[illegible]

[illegible]

முதற்பாகம் (மூலம்).

த.பா.நி. (க.வெ.) வரிசை எண் —542

உணர்த்திகளும் மின்கருவிகளின் காப்பமைப்பும்

ஆசிரியர்

பழ. முருகேசன், பி. ஈ.,
உதவி மின் பொறியாளர்,
மின் கட்டுப்பாட்டு நிலையம்,
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம், ஈரோடு.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—December, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 542

© Tamil Nadu Text Book Society

Relays and Protection of Electrical Equipments

P. MURUGESAN

Price Rs. 5·70

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
Muthukumaran Press,
Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன் றாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழி லேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகை யில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில் கல்லூரிப் பேராசிரி யர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெரு முயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான '**உணர்த்திகளும் மின்கருவிகளின் காப் பமைப்பும்**' என்ற இந் நூல் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **542** ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான **35** நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை **577** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	காப்புணர்த்திகள்	...	1
2.	உணர்த்தியின் அடிப்படைச் செயற்கோட்பாடுகளும் இயல்புகளும்	...	23
3.	மின்னோட்ட, மின்னழுத்த, திசைப் பணிப்பு, மின்னோட்ட (அல்லது மின்னழுத்த) சமநிலை மற்றும் வேற்றுமை உணர்த்திகள்	...	44
4.	தொலைவு உணர்த்திகள்	...	72
5.	தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு	...	85
6.	மின்னாக்கி மற்றும் இயக்கிக் காப்பமைப்பு	...	101
7.	மின்மாற்றிக் காப்பமைப்பு	...	120
8.	மின்வாய்க் கட்டைக் காப்பமைப்பு	...	133
9.	மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் மூலம் மின் பாதைக் காப்பமைப்பு	...	141
10.	தொலைவு உணர்த்திகள் மூலம் மின்பாதைக் காப்பமைப்பு	...	160
11.	தகவல் செலுத்து உணர்த்திகள் மூலம் மின் பாதைக் காப்பமைப்பு	...	167
12.	சமச்சீர்க் கூறுகள்	...	174
13.	சமச்சீரிலாப் பிழைகள்	...	180
	மேற்கோள் நூற்பட்டியல்	...	199
	கலைச் சொற்கள்	...	200

1. காப்புணர்த்திகள்

(PROTECTIVE RELAYS)

முன்னுரை

மின்னமைப்பு (Electric System) என்றவுடனே நமக்கு பெரிய மின்னாக்கிகள் (Generators), மின்மாற்றிகள் (Transformers), உயர் மின்னழுத்தப் பாதைகள் (High voltage) முதலியன மட்டுமே நினைவுக்கு வருகின்றன. இத்தகைய சில அடிப்படை உறுப்புகள் மின்னமைப்பில் இருந்தபோதிலும், அதில் மேலும் பல இன்றி யமையாத உறுப்புகளும் உள்ளன என்று நாம் அறிதல் வேண்டும். காப்புணர்த்தி (Protective Relay) என்பது அவற்றுள் ஒன்று.

மின்னமைப்பினை நன்கு திட்டமிட்டு அமைத்தல் வேண்டும். அதாவது மின்னாற்றல் (Electrical Energy) பயன்படும் முனையில் அது மலிவான விலையில், தேவைக்கேற்ப, தங்கு தடையின்றிக் கிடைக்கும்படி செய்யவேண்டும். மின்சுமையில் ஏற்படும் மாற்றம், பழுது பார்க்கவோ அல்லது பேணுதற் பணிக்கோ மின் கருவிகளை மின்னமைப்பினின்று நீக்கி வைத்தல் முதலிய இயல்பான இயக்கத்திற்குத் தேவையானவற்றையும் கருத்திற் கொள்ளவேண்டும். மேலும், மின் பிழையினாலோ அல்லது இயல்புபிறழ் (abnormal) நிலையினாலோ விளையும் தீமைகளி லிருந்து மின்னமைப்புப் பாதுகாப்புப் பெறவும் வகை செய்தல் வேண்டும்.

மின்பாதையில் ஏற்படும் பிழைகளினால் மின் கருவிகட்குக் குறைபாடு நேராமல் செய்வதனாலும், வைப்பு (spare) எந்திரங்களைக் கொள்வதனாலும், மின்சுமைகளை ஏற்க மாற்று மின் பாதைகளை அமைப்பதனாலும் தடையின்றி மின்னாற்றலினை வழங்கலாம். மற்றெல்லாவற்றையும்விட மின் பாதையில் ஏற்படும் பிழைகளால்

மின் கருவிகள் குறைபாடுறுமல் செய்வதுதான் மிக முக்கியமானதும் இன்றியமையாததுமாகும்.

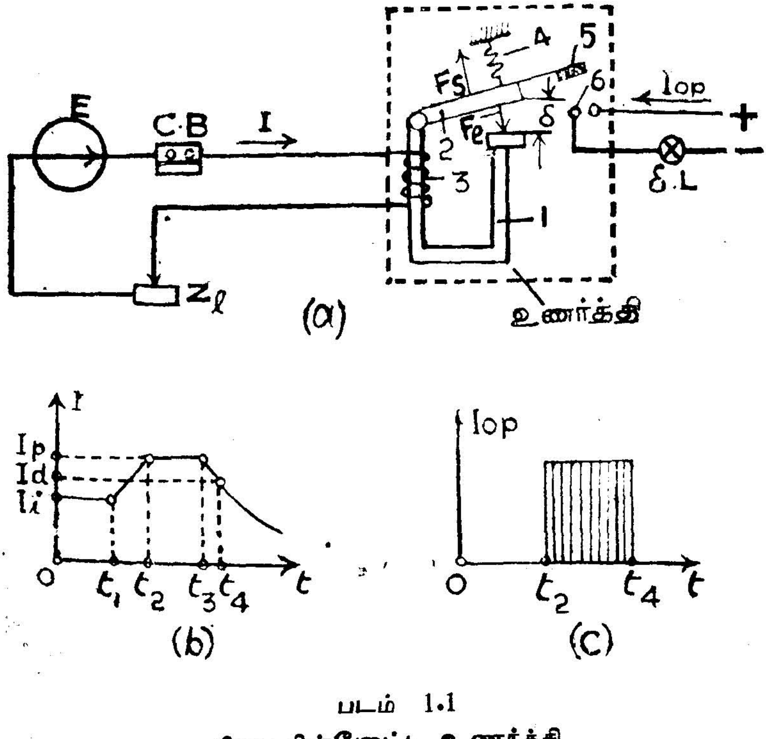
மின் கருவிகளில் இயல்பான இயக்கத்திற்குக் கலைவு (disturbance) ஏற்படுவது பெரும்பாலும் மிகு சுமை (over load) யினுலேயாகும். இதனுல் மின்னேட்டம் மின் கருவிகள் அறுதி அளவை (rated value) மீறுகிறது. மிகவும் கடுமையானதும் மிகுதியானதுமான பிழை, குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டத் (short circuit current) தினுலேயேயாகும். மின்சுமைக்கு வழங்கப் பட்ட மின்னுற்றலெல்லாம் இதனுல் பிழைக்கு மாற்றப்பட்டு, மின் அமைப்பில் திடீரெனப் பெரும் மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. கட்டுக்கடங்காத ஆற்றல் வெளிப்பட்டுப் பிழை ஏற்பட்ட இடத்திலேயோ அன்றி வேறிடத்திலேயோ தீ விபத்துகளையும், மின் கருவிகட்குப் பெருத்த சேதங்களையும் ஏற்படுத்துகின்றது. உணர்த்தி (relay) யினுல் தொடங்கி வைக்கப்பட்ட மின் இணைப்பமைப்பு (switch gear) விரைந்து செயற்பட்டு மின் பிழைப் பகுதியை நீக்கி, பிழைபட்ட இடத்தில் சேதத்தைக் குறைத்து அதை மேலும் பரவவிடாமல் தடுக்கும்.

குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டத்தின் அளவு, அதன் இயல்பு, வகை, மின் அமைப்பின் கொள்ளளவு, சுற்றதர்களின் அமைப்பு, மின் மாற்றிகளின் நடுநிலை இணைப்பு (Neutral connection) மின் நிலையத்தினின்று அதன் தூரம், மின்னுக்கிகளின் அறுதியளவு, மின்னேட்ட வரம்பிடும் கருவிகள் (Current limiting devices), குறுக்குச் சுற்றதரின் கால அளவு முதலியவைகளைப் பொறுத்துள்ளது.

குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் மின் கருவிகளின் சேதத்தை ஏற்படுத்துவது மட்டுமன்றிக் கணிசமான அளவு மின் அழுத்தம், அதிர்வெண் ஆகியவற்றின் வீழ்ச்சிக்கும் (drop) காரணமாய் அமைந்து, நிலையான மின் அமைப்பில் கலைவினை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும், இயக்கிகள் மிகுந்த மின்னேட்டத்தை எடுத்துக் கொள்ளவும், செல்லவேண்டிய பல இடங்கட்கு மின்னுற்றல் செல்லாது தடைபடவும், மின்னமைப்பின் பல பகுதிகளில் ஆற்றல் சேதமுறவும் இவை போன்ற பலவற்றிற்கும் காரணமாய் அமைகின்றது. ஆகவே மின் அமைப்பு நிலையாக (stability) இயங்க வேண்டும் என்ருல் மின் கலைவுகளை உடனடியாக மின் அமைப்பினின்றும் களைதல் வேண்டும்.

எனவே, பிழையோ அன்றி கலைவோ மின் அமைப்பில் ஏற்பட்டால் அதை உடனடியாக அறிந்து, மின் போக்கை அவ்

வழியில் துண்டிக்கச் செய்தோ, அல்லது எச்சரிக்கை மணி எழுப்பியோ மின் அமைப்பினைக் காக்கக்கூடிய ஓர் அமைப்பினை ஏற்படுத்துதல் தேவைப்படுகிறது. இவ்வமைப்பே 'காப்பமைப்பு' என்று கூறப்படும். காப்பமைப்பு இயல்புபிறழ் நிகழ்வை உடனே அறிந்து இயல்பான மின் அமைப்பிற்குக் குறைந்த அளவு (minimum) இடையூறுடன் இணைப்பியமைப்பினை இயக்க, அது மின் போக்கைத் துண்டிக்கிறது. மேலும் மின்பிழையின் இயல்பினையும் அது தோன்றிய இடத்தையும் காண்பிக்கிறது. மின் அமைப்பில் போதுமான அளவு காப்பமைப்பு இல்லையெனில், அது ஒரு திட்டமிடப்பட்ட மின் அமைப்பு ஆகாது. ஆகவே மின் அமைப்பில் மிக முக்கியப் பகுதி காப்பமைப்பே என்பது தெளிவாகிறது. 'காப்பமைப்பு' என்பதில் 'உணர்த்தி' மட்டுமன்றி மின்னோட்ட மாற்றி (Current Transformer), மின் அழுத்த மாற்றி



படம் 1.1

மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி

1. காந்த உள்ளீடு, 2. மின்னகம், 3. உணர்த்திச் சுருள், 4 சுருள்வில். 5. நகர்முனைச் சட்டம், 6. இயல்பாய் விட்டு நீங்கும் தொடுமுனைகள்.

(potential transformer), மற்றும் முறையான இயக்கத்திற்குத் துணை புரியும் கருவிகளும் அடங்கும். ஆனால் மின்கலன்கள் (batteries), சுற்றதர்ப் பிறப்பி (circuit breaker), மற்றும் அதற்குத் தேவையான துணைக் கருவிகள் இதில் அடங்குவதில்லை.

மின்னோட்ட அளவிற்கு மறுதலிப்புச் (responds) செய்யும் ஒரு மின்காந்த மின்னோட்ட உணர்த்தியின் (Electro magnetic current relay) எளிய செயல்முறையினைப் பார்ப்போம்.

படத்தில் காட்டியுள்ள சுற்றதரில் மின் தோற்றுவாயினை 'E' என்றும் மின் சுமையினை 'Zl' என்றும் மின்னோட்டத்தை 'I' என்றும் கொள்வோம். பல வேளைகளில் இச் சுற்றதரின் மின்னோட்டம் அறுதி அளவை விஞ்சும்போது அதனைக் கட்டுப் படுத்த நேரிடும். கட்டுப்படுத்துதற்கு இயக்கும் உந்துகையை (impulse) சுற்றதர்ப் பிரிப்பிக்குச் செலுத்தி, அதனைத் திறக்கச் செய்ய வேண்டும் ; அல்லது எச்சரிக்கை மணிக்குச் செலுத்தி அது ஒலிக்கும்படி செய்யவேண்டும். இதை நிறைவேற்ற 'உணர்த்தி' என்னும் ஓர் உயரிய கருவியை இச் சுற்றதரில் கொள்கிறோம். படம் 1, ஒருவகை மின்னோட்ட உணர்த்தியைக் காண்பிக்கிறது. I அளவு மின்னோட்ட உணர்த்திச் சுருளில் (relay coil) பாயும் போது பணிவெளி (working gap) 'δ'-ல் ஒரு (மின் காந்த) இழுவை விசை (F_e) தோன்றுகிறது. இவ் விசையினைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின்மூலம் பெறலாம்.

$$F_e = \frac{1}{2} I^2 N^2 \frac{dg}{d\delta}$$

இங்கே, 'I' — உணர்த்திச் சுருளின் மின்னோட்டம்.

N — உணர்த்திச் சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை.

$\frac{dg}{d\delta}$ — மின்னகப் பயணத்தையொட்டி, காற்றுவெளி இசைவத்தின் மாறுவீதம் (Rate of change of air-gap permeance with respect to armature travel).

படத்தில் காண்பதுபோல், மின்காந்த விசை F-யினால் ஈர்க்கப்படும் உணர்த்தி மின்னகத்தின் (armature) அசைவு, சுருள் வில்லின் (spring) தடைவிசை (resistive force) (F_s) ஆல் தடுக்கப் படுகிறது. $F_e \geq F_s$ ஆக நேரும்போது உணர்த்தி தொடுகிறது.

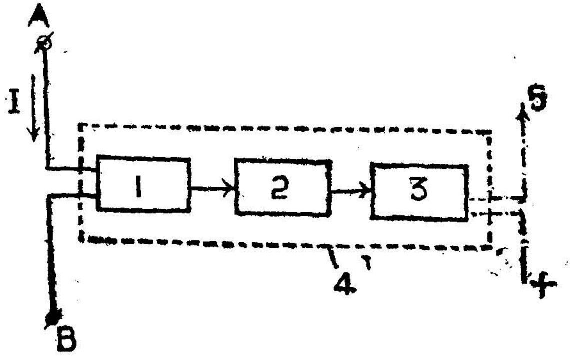
அதாவது, மின்னகம் 2 மணிகாட்டி முறையால் திரும்பி 5, 6 தொடு முனைகளை இணைக்கிறது. இதனால் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் திறப்புச் சுற்றதர் இணைப்போ அல்லது சைகை விளக்கின் சுற்றதர் இணைப்போ ஏற்படுகிறது.

(t_1 — t_2 இடைவெளி நேரத்தில்) மின் சுமை Z_l-ல் மின் தடை குறையும்போது உணர்த்திச் சுருளின் சுற்றதரில் ஏற்படும் மின்னேட்டத்தைப் படம் 1.1 (b) காட்டுகிறது. t_2 நேரத்தில் சுற்றதர் மின்னேட்டம் உணர்த்தியின் தொடு மின்னேட்ட (pick-up current) அளவிற்கு வர (கணத்துள் நிகழ்வதாகக் கொள்ள) அது தன் தொடுமுனைகளால் சைகை விளக்கின் சுற்றதரை இணைக்கிறது.

எந்த மிகக் குறைந்த அளவு மின்னேட்டம் செல்லும்போது உணர்த்தி தொடத் தொடங்குகிறதோ, அம்மின்னேட்ட அளவைத் தொடுமின்னேட்டம் என்கிறோம். உணர்த்தி தொட்டபின்னர் t_3 வரை மின்னேட்டம் அதே அளவு இருந்து பின்னர் t_3 முதல் மின் சுமை Z_l-ன் மின்தடை மிகைப்பட, மின்னேட்டம் குறைந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரும்போது t_4-ல் உணர்த்தியின் மின்னகம் மீண்டும் பழைய நிலைக்கே வந்துவிடும்; சைகை விளக்குச் சுற்றதரும் அறுபடும். அப்போதைய மின்னேட்டத்தை 'விடு மின்னேட்டம்' (drop-out current) என்கிறோம்.

விடு மின்னேட்டம், தொடு மின்னேட்டம் இவற்றின் விகிதத்தை 'விடு-தொடு' விகிதம் என்கிறோம். அதாவது அமைவு (set) செய்யப்பட்ட அளவைவிட மின்னேட்டம் விஞ்சும்போது தொடும் பண்புகொண்ட உணர்த்திகட்கு இவ்விகிதம் எப்போதும் ஒன்றுக்குக் கீழேதான் இருக்கும். வழக்கமாக இந்த எண் 0·7 -லிருந்து 0·95-க்குள் அமையும். உணர்த்தியின் தொடுமுனை வழியாகச் செல்லும் மின்னேட்டம் "இயக்கும் மின்னேட்டம்" (operating current) என்றழைக்கப்படும். படம் 1.1 (c) மேற்கூறிய சுற்றதரின் இயக்கும் மின்னேட்டத்தைக் காண்பிக்கிறது. ஆகவே இதிலிருந்து உணர்த்தி என்பது செயற்படுத்தும்பொருள் (actuating quantity) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடைந்தவுடன் கட்டுப் படுத்தும் பொருளில் (control quantity) திடீரென ஒரு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் ஒரு கருவி என்றுணர்கிறோம். இங்குச் செயற்படுத்தும் பொருள் தலைமைச் சுற்றதரில் உள்ள மின்னேட்டம் I உம், கட்டுப்படுத்துப்பொருள் இயக்கச் சுற்றதரிலுள்ள மின்னேட்டம் I_{op}-யும் ஆகும். உணர்த்தியில் மூன்று அடிப்படை உறுப்புகள் உள்ளன.

1. உணர்வுறுப்பு (Sensing element) : சில சமயங்களில் இது அளவீட்டுறுப்பு (measuring element) என்றும் வழங்கப்பெறும். இது செயற்படுத்தும் பொருளில் உள்ள மாறுதலுக்கு மறுதலிப்புச் செய்யும். காட்டாக, மின்னோட்ட உணர்த்தியில் மின்னோட்டம் போன்றுகும்.



படம் 1.2
உணர்த்தியின் முக்கிய உறுப்புகள்

1. உணர்வுறுப்பு, 2. ஒப்பீட்டுறுப்பு, 3. கட்டுப்படுத்துறப்பு.
4. உணர்த்தி, 5. பிரிப்பி.

2. ஒப்பீட்டுறுப்பு (Comparing element) : இது உணர்த்தியில் அமைக்கப்பட்ட அமைவுகளுடன் (settings) செயற்படுத்தும் பொருளின் செயலை ஒப்பிடுகிறது. சுருள்வில், பணிவெளி, இவைகளைச் சரிசெய்வதன் மூலம் அமைவுகளை (தொடு மின்னோட்டத்தை) அமைக்கலாம்.

3. கட்டுப்படுத்துறுப்பு (Control element) : இது இயக்கு மின்னோட்டச் சுற்றதரை (operative current circuit) இணைப்பது போன்று உணர்த்தி தொட்டவுடன் கட்டுப்படுத்தும் அளவில் திடீரென ஒரு மாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது.

உணர்த்திகளின் வகைகள்

தேவையான காப்பு நிலையைப் பொறுத்தும், காக்கப்படுகின்ற மின் கருவிகளைப் பொறுத்தும் பல வகையான உணர்த்திகள் தனித்தோ, அல்லது கூட்டாகவோ பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் பிழையும் இயல்புபிறழ் நிலையும், மின் சுற்றதர்க் கூறுகளின்

அளவு, திசை, தறுவாய்க் கோணம் (phase angle), அதிர்வெண் (frequency) முதலியவற்றை மாற்றும் இயல்புடையன. இம் மின் கூறுபாடுகளின் மாற்றத்தையொட்டியே இயல்புபிறழ் நிலையின் வகை, நிகழ்விடம் முதலியவற்றை அறிகிறோம்.

உணர்த்திகளின் உணர்வுறுப்புகள் எப்பொருள்களை உணர்த்துகின்றனவோ அதையொட்டி உணர்த்திகளைக் கீழ்க் காணுமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. மின்னியல் (Electrical)
2. எந்திரவியல் (Mechanical)
3. ஒளியியல் (Optical)
4. ஒலியியல் (Acoustical) முதலியன.

மின் உணர்த்திகளை மட்டும் இங்கு எடுத்துக் கொள்வோம். மின் உணர்த்திகளை அவற்றின் (1) பணிபுரியும் கோட்பாடு, (2) மறுதலிக்கும் பொருள்களின் தன்மை,(3) உறுப்பின் இணைப்பு, (4) கட்டுப்படுத்தும் உறுப்புத் தொடர்பறு கருவியை இயக்கும், முறை, (5) முக்கியம் (6) செயற்படுகாலம், (7) தொடுமுனை முதலானவற்றையொட்டி பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. பணிபுரியும் கோட்பாட்டினையொட்டிக் கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத்தலாம் :

(அ) மின் காந்த (Electro magnetic) உணர்த்தி
(ஆ) இயங்கு சுருள் (Moving coil) உணர்த்தி
(இ) தூண்டல் (Induction) உணர்த்தி
(ஈ) மின் இயக்க (Electro dynamic) உணர்த்தி
(உ) முனைமையுற்ற (Polarised) உணர்த்தி
(ஊ) எதிர் மின்னி (Electronic) உணர்த்தி
(எ) வெப்ப (Thermal) உணர்த்தி

2. உணர்த்தி மறுதலிக்கும் பொருள்களின் தன்மையை யொட்டி கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

(அ) மின்னோட்ட உணர்த்தி
(ஆ) மின் அழுத்த உணர்த்தி

(இ) மின் திறன் உணர்த்தி

(ஈ) எதிர் வினைப்பு (Reactance) உணர்த்தி

(உ) மறிப்பு (Impedance) உணர்த்தி

(ஊ) அதிர்வெண் உணர்த்தி

(எ) தறுவாய்க் கோண நிலை பெயர்ப்பு (Phase angle shift) உணர்த்தி

இவ்வுணர்த்திகளை மேலும் வேறுபடுத்தி மிகை...உணர்த்திகள் (மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் போன்ற செயற்படுத்தும் பொருள் குறிப்பிட்ட அளவை மிகும்போது உணர்த்தி இயங்கல்), குறை... உணர்த்திகள் (மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் போன்ற செயற் படுத்தும் பொருள் குறிப்பிட்ட அளவினின்றும் குறையும்போதும் உணர்த்திஇயங்கல்) திசைப்பணிப்பு...உணர்த்திகள் (மின்னாற்றல் முதலியன குறிப்பிட்ட திசையில் செல்லும்போது மட்டும் உணர்த்தி இயங்கல்), சுற்றதருடன் இணையாக (parallel) இணைக் கப்படும் உணர்த்திகள் கிளை உணர்த்திகள் (shunt relays) என்றும், தொடராக (series) இணைக்கப்படும் உணர்த்திகள் தொடர் உணர்த்திகள் (serles relays) என்றும் வழங்கப்படும்.

3. உணர்வு உறுப்பின் இணைப்பினையொட்டி உணர்த்திகளை இரண்டாகப் பிரிக்கலாம் :

(அ) முதன்மை உணர்த்திகள் (Primary relays)

உணர்த்தியுறுப்பு நேரடியாகக் காப்புப்பெற்ற (protected) சுற்றதருடன் இணைக்கப்படுதல்.

(ஆ) துணைமை உணர்த்திகள் (Secondary relays) : உணர்த்தியுறுப்பு மின்னோட்டமாற்றி (அ) மின் அழுத்த மாற்றி யின் வழியாக இணைக்கப்படுதல்.

4. கட்டுப்படுத்துறுப்புத் தொடர்பறு கருவியை இயக்கும் முறையையொட்டி வகைப்படுத்தல் :

(அ) நேரடிச் செயல்முறை உணர்த்தி (Direct acting relay) : கட்டுப்படுத்தி நேரடியாகத் தொடர்பறு கருவியை இயக்குகிறது.

(ஆ) மறைமுகச் செயல்முறை உணர்த்தி (Indirect acting relay): உணர்த்தியின் தொடுமுனை நேரடியாகவோ, அல்லது

துணை உணத்தி (Auxiliary relay) வழியாகவோ தொடர்பறு கருவியின் திறப்புச் சுற்றதரை இணைக்கிறது.

3, 4-ல் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள உணர்த்திகளை விளக்க மின்னோட்ட உணர்த்தியொன்றின் இணைப்பு முறைகள் **அட்டவணையில் உள்ள படங்களில்** காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. முதன்மை உணர்த்திகள் காப்பு முறையில் எளிதாய் இருந்தபோதிலும், இவை தாழ்நிலை மின்னழுத்தச் சுற்றதர்களில் மட்டுமே பயன் படுத்தப்படுகிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. உயர் மின்னழுத்தச் சுற்றதர்களிலே இவை பயன்படுத்தப்படும்போது இயக்கம் மற்றும் பேணுதல் (உயர் மின்னழுத்தத்தில் சரிப்படுத்துதல், சோதனையிடல், கண்காணித்தல்) முறைகளிலே சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. மேலும் மறைமுகச் செயல்முறை முதன்மை உணர்த்திகளுக்கு, இயக்கும் மின்னோட்டம் தேவைப்படுகிறது. இதற்கான ஏற்பாடுகள், அளவில் பெரியனவாயும் அதிகச் செலவினம் உடையதாயும் அமைகின்றன.

நேர்முகச் செயல் முறைத் துணைமை உணர்த்திகளுக்கு இயக்கும் மின்னோட்டம் தேவைப்படுவதில்லை. மின்னகம் நேரடியாகச் சுற்றதர் பிரிப்பியின் தொடர்பறு கருவியை இயக்குகிறது. இதில் சரிபடுத்தல், சோதனையிடல் முதலியவற்றால் சிக்கல் விளையாது எளிமையாக இருப்பதால், இத் துறையில் இவ்வுணர்த்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனினும் பகுதிகள் பலவும், இயக்க ஆற்றல் தேவையும் இருந்தபோதிலும், மறைமுகச் செயல்முறைத் துணைமை உணர்த்திகளே பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் இதில் அமைவுகளை மாற்றி, தேவைக்கேற்ப இயக்கத்தை மாற்றலாம். மின் இயக்கம் நடைபெறும்போதுகூட, இதனை வெளியே எடுத்தோ, இதனுடைய மின் இணைப்பைத் தடை செய்துவிட்டோ பழுது பார்க்கலாம். இவை, கூருணர்வு (sensitivity) மிக்குடையதாயும் காப்புச் சுற்றதர் இணைப்புகள் அளவு கருவி மின்மாற்றியின் (instrument transformer) மூலம் இணைக்கப்பட்டு முதன்மைச் சுற்றதர் அழுத்தத்திலிருந்து விலக்கப்பட்டதாயும் இருக்கின்றன.

5. உணர்த்தியின் முக்கியத்தைப் பொறுத்து இதன் வகை வருமாறு :

நேரடியாக மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் போன்ற இயக்கப் பொருட்களுக்கு மறுதலிப்புச் செய்யும் உணர்த்திகளைத் தலைமை (main) உணர்த்திகள் என்றும், தொடுமுனைகளைப் பெருக்குதல்,

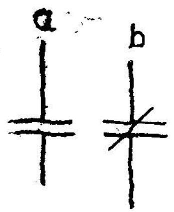
கால நீட்சி செய்தல் (time delay), காப்புக் கருவியின் சைகையை இயக்கல் முதலியனவற்றைச் செய்யும் உணர்த்திகளைக் குறை நிரப்பு உணர்த்தி (supplementary relays) என்றும் வகைப் படுத்தலாம்.

6. செயற்படுகாலத்தையொட்டிக் கீழ்க்காணுமாறு பிரிக்கலாம்:

கால நீட்சியற்ற உணர்த்தி, காலநீட்சியுற்ற (with time delay) உணர்த்தி என செயற்படுகாலத்தையொட்டி இருவகைப் படுத்தலாம். முன்னைய வகையில், சில ஆயிரத்தில் ஒரு விநாடி இயக்கும் நேரமே கொண்ட மடியின்மை வகை (non-inertia) (பொதுவாக எதிர் மின்னி உணர்த்தி வகை), இயக்க நேரம் 5லிருந்து 40 மில்லி நொடி வரை கொண்ட விரைவு செயல் உணர்த்திகள் (quick acting relays) 0·04 முதல் 0·2 நொடி வரை இயக்க நேரங்கொண்ட சாதாரண உணர்த்திகள் ஆகியன அடங்கும். கால நீட்சியுற்ற உணர்த்திகள் இருவகைப்படும். அவை சரி செய்கையில்லா (non-regulable) கால நீட்சி உணர்த்தி கள் என்றும் சரி செய்கை கொண்ட கால நீட்சி உணர்த்திகள் என்றும் அழைக்கப் பெறும். முன்னைய வகையில் கால நீட்சி குறுக்குச் சுற்றதர் செய்யப்பட்ட சுருணைகளைக் கொண்டும், இன்ன பிறவாறும் பெறப்படுகிறது. பின்னைய வகை 'காலப்பிந்து' வகை என்று சொல்லப்படுகிறது. இது கால நீட்சி சரி செய்கை உடையது. காப்புணர்த்தி முறைகளில் 0.2 நொடியிலிருந்து 20 நொடி வரை காலப்பிந்து கொண்ட உணர்த்திகள் பயன்படு கின்றன.

7. தொடு முனையையொட்டி கீழ்க்காணுமாறு வகைப் படுத்தலாம் :

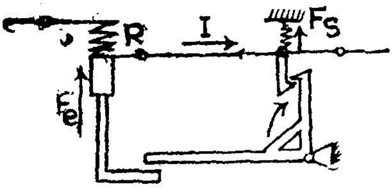
தொடு முனை இயல்பாகத் தொட்டு நிற்றல் (normally closed), இயல்பாக விட்டு நிற்றல் (normally open) என்று தொடுமுனை நிலையையொட்டி உணர்த்தியை இரு வகைப் படுத்தலாம். உணர்த்தியின் சுருணை மின்னேற் புருதிருக்கும்போது, தொடுமுனைகள் தொடா மல் இருந்தால் அதனை இயல்பாக விட்டுநிற்கும் தொடுமுனை என்றும் சுருணை மின்னேற்புரு திருக்கும்போது, முனைகள் தொட்டு நின்றால், இயல்பாகத் தொட்டு நிற்கும் தொடுமுனைகள் என்றும் வழங்கப்பெறும். இவைகளை முறையே 'a', b', தொடு முனைகள் என்று குறிப்பிடுவதும் உண்டு. இரு வழி (two way) அல்லது ஈரெறி



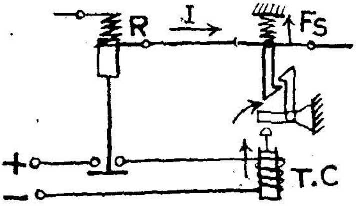
படம் 1.3
தொடுமுனைகளின் குறிப்பு முறை

அட்டவணை 1-1. **உணர்த்தியின் வகைகள்**

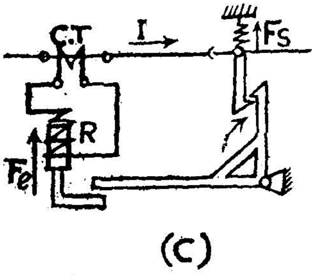
உணர்வு உறுப்பின் இணைப்பினையொட்டி	கட்டுப்படுத்து உறுப்பு தொடர்பறு கருவியை இயக்கும் முறையையொட்டி	உணர்த்தி இணைப்பு முறை
முதன்மை உணர்த்திகள்	நேரடிச் செயல்முறை	படம் (a)
	மறைமுகச் செயல்முறை	படம் (b)
துணைமை உணர்த்திகள்	நேரடிச் செயல்முறை	படம் (c)
	மறைமுகச் செயல்முறை	படம் (d)



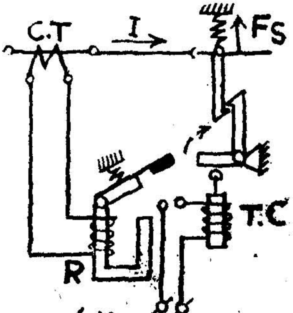
(a)



(b)



(c)



(d)

(double throw) தொடு முனைகள் மற்றும் (உணர்த்தி இயங்கும் போது சொற்ப நேரமே தொட்டு நிற்கும்) சறுக்குத் தொடுமுனை கள் (sliding contacts) கொண்ட உணர்த்திகளும் நடைமுறையில் உள்ளன. உணர்த்தி இயங்கும்போது தொடுமுனைகள் தொட்டோ அல்லது விட்டோ, உடனடியாகவோ அல்லது கால நீட்சியுடனே யோ இயங்கும். உணர்த்தித் தொடு முனைகள் செய்முதற்பொருள் (its material) வகை முதலியன பொறுத்தும், உணர்த்தியின் வகை, தன்மை ஆகியன பொறுத்தும், இயக்கச் சுற்றதரில் இசைந்த (corresponding) மின்னழுத்தத்திலும் (வழக்கமாக 12 வோ—220 வோ) பல நூறு வோல்ட் ஆம்பியர் ஆற்றல்களை முதன்மைச் சுற்றதரிலே கொண்ட சுற்றதர்களிலும், எண்ணிறந்த இயக்கங் களைத் தாங்கக்கூடிய வலிவுடையதாக விளங்குந் தன்மை உடையன.

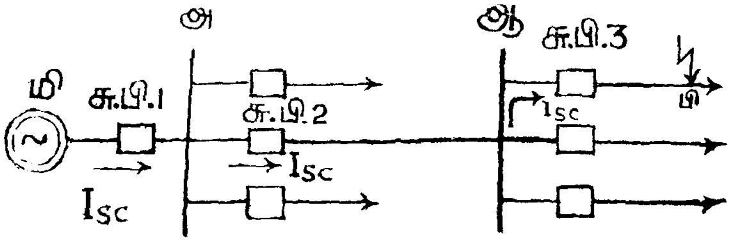
உணர்த்திகளின் இன்றியமையாப் பண்புகள்

உணர்த்திகட்கு நம்பிக்கை (reliability), தெரிமை (selectivity) ஆகிய இரு பண்புகள் மிகவும் இன்றியமையாதவை. இப் பண்புகள் இல்லையெனில் பெரும்பாலும் உணர்த்தி செயல்படா நிலையிலேயே இருக்கும். உணர்த்திகட்கு இத்துடன் வேறு இரு பண்புகளும் தேவைப்படுகின்றன. அவை வேகம் (speed), கூருணர்வு (sensitivity) என்பன. வேகம், கூருணர்வு ஆகிய பண்புகளும் உணர்த்திகட்கு முக்கியமேயாயினும், இப்பண்புகளைப் பெற நம்பிக்கை, தெரிமை இவைகளில் திறமை குறையும் எனில் அவை தவிர்க்கப்படவேண்டும்.

நம்பிக்கை : மின் கருவிகளிலுள்ள குறைபாடுகள் சில வற்றினுலும், பணியாட்களின் தவறுகளினுலும் உணர்த்திகளில் முழு நம்பிக்கை பெறுவதென்பது இயலாத செயலாகும். ஏனெனில், உணர்த்திகள் மேற்கொண்டிருக்கும் பொறுப்பு மிகவும் அதிகம். மேலும், நிலையாக இருக்கும் உணர்த்திகள் ஏதொரு முன்னறிவிப்புமின்றி உடனே இயங்க வேண்டியுள்ளது. பெரும்பான்மையான பிழைபட்ட இயக்கங்களை ஆராய்ந்தபோது உணர்த்தியை யொட்டியுள்ள கருவி, சுற்றதர் இவைகளினுல் வரும் குறைகளினுலேதான் பிழைபட்ட இயக்கங்கள் ஏற்பட்டன எனத் தெரிய வந்தன. காப்புப் பகுதிகள் மட்டும் சீராக அமைந் தால் போதாது. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி முதலான அனைத்துறுப்புகளும் குறைபாடு இன்றிச் சரியாக இயங்கும் நிலையில் இருக்கவேண்டும். காப்பமைப்புத் தவருது இயங்க மிகச் சிறந்த திட்ட அமைப்புள்ள உணர்த்திகளை அமைத்தலும், முறையாக உணர்த்திகளைப் பேணி

வருதலும் தேவையாகும். உணர்த்தியைச் சோதனை செய்யும் ஊழியர்கள் மிகவும் திறமை வாய்ந்தவர்களாயும், தொழில்நுட்ப அறிவு பெற்றவர்களாயும், நன்கு பயிற்சி உடையவர்களாயும், தவறு செய்யாதவர்களாயும் இருத்தல் வேண்டும். பேணுதற் பணி செய்யும்போது கூடுமானவரை சுற்றதர்க் கம்பிகளைப் பிரிக்காமல் செய்வது நன்று. மேலும் உணர்த்திகளின் தொடு முனைகள் கூடுமானவரை எண்ணிக்கையில் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும்.

தெரிமை : எந்தவோர் இடத்தில் மின் பிழையுள்ளதோ, அதற்கு மிக அண்மையில் உள்ள சுற்றதர்ப் பிரிப்பை இயங்க வைத்து அம் மின் சுற்றதரை மட்டுமே துண்டிக்கும் திறமையைத் ‘தெரிமை’ என்கிறோம். மேற்கவிந்து செல்லும் மண்டல அமைப்பில் (overlapping zones) காப்பு முறை அமைக்கப் பட்டுள்ளது. படம் 1·4-ல் மின் பிழை ‘பி’ என்ற இடத்தில்



படம் 1.4

தெரிமையின் விளக்கம்

மி : மின்னாக்கி

சு பி: சுற்றதர்ப் பிரிப்பி

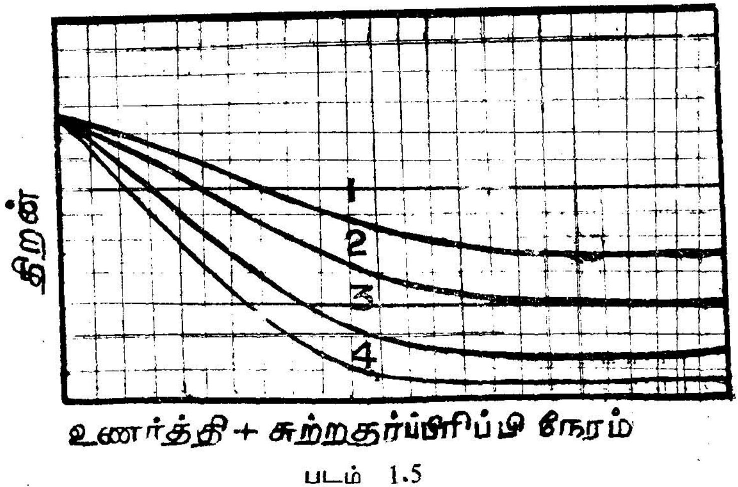
sc : குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம்

ஏற்படுவதாகக் கொண்டால் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள் சு.பி.1.,சு.பி. 2.,சு.பி.3., ஆகிய இடங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள காப்புக் கருவிகள் வேலை செய்ய நேரிடுகிறது. ஏனெனில் பிழை மின்னோட்டம் (I_{sc}) இம் மூன்று பிரிப்பிகள் வழியாகவும் செல் கிறது. இருந்த போதிலும் சு.பி.3 மட்டுமே இயங்கி மின் துண்டிப்பு ஏற்படுத்த வேண்டும். மாறாக சு.பி.2., அல்லது சு.பி.1 இயங்கி மின் துண்டிப்பை ஏற்படுத்துமானால் முறையே ‘ஆ’ என்னும் துணை மின் நிலையத்தையோ அல்லது சுற்றதர் முழுமையுமோ துண்டித்துவிடும். இம்மாதிரி நிகழ்வதைத்

தெரிமையின்மை (unselective) என்கிறோம். இம் மாதிரி நிகழக் காரணம் சு.பி.1, 2, 3 இவைகளில் அமைவுகள் முறையாக இல்லாதிருத்தல் அல்லது ஓரிடத்தில் காப்புக் கருவி அமைப்பு இயங்காதிருத்தல் அல்லது சு.பி.3 உறுப்புகளில் கோளாறு இருத்தல் ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றுலோ அல்லது சில வற்றுலோ ஆகும். காப்பமைப்பின் தெரிமை, தொடு மின் ஞேட்டம் அல்லது நேர அமைவுகள் அடுத்தடுத்த சுற்றதர்களிலே முறையாக அமைக்கப்படுவதைப் பொறுத்துள்ளது.

அதாவது, பிழை மின்ஞேட்டம் செல்லும்போது முதலில் பிழைக்கு அருகில் உள்ள சுற்றதர்ப் பிரிப்பி இயங்குமாறும், அது தவறினுல் அதற்கடுத்த நிலையில் உள்ள பிரிப்பி இயங்கி மின் துண்டிப்பை ஏற்படுத்துமாறும் ஒவ்வொரு நிலையிலும் முறையாகத் தொடு மின்ஞேட்டத்தையோ, நேர அமைவுகளையோ அமைக்க வேண்டும்

வேகம் : மின் கருவிகட்கு ஏற்படும் தேவையில்லாத சேதங்களைத் தடுக்கவும், மின் அமைப்பு நிலையுற்று இயங்கவும்,



படம் 1.5

பல்வகைப் பிழைகளின் துண்டிப்பு நேரம்

1. *கம்பி—தரைப் பிழை* (Line to ground fault)
2. *கம்பியிடைப் பிழை* (Line to line fault)
3. *இரட்டைக்கம்பி—தரைப் பிழை* (Double line to ground fault)
4. *முத்தறுவாய்ப் பிழை* (Three phase fault)

காப்பு முறை விரைந்து செயலாற்றக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும். மின்னமைப்பில் மிகக் குறைந்த நேரமே மின்பிழையை விட்டு

வைப்பதால் ஒத்தியங்கு முறை (synchronism) பிறழாமல் இரு இடங்கட்கு மிகுந்த மின் திறனைச் செலுத்த முடியும். படம் 1·5 மின் பிழையை அகற்றும் நேரம், மின்திறன் செலுத்தப்படும் அளவு ஆகியவற்றின் தொடர்பைக் காட்டுகிறது. ஒத்தியங்கு இயக்கம் பிறழாமல் இருக்கத் தறுவாய்ப் பிழைகள் (phase faults). ஒற்றைத் தறுவாய்த் தரைப் பிழைகளை (single Phase to earth faults)க் காட்டிலும் விரைந்து அகற்றப்பட வேண்டுமென்பதை இப் படம் தெளிவாகக் காட்டுகிறது. விரைந்து செயலாற்றும் காப்பு முறை இருந்தால் மட்டும் போதாது; விரைந்து மின் துண்டிப்பு ஏற்படுத்தும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியும் சுற்றதரில் இருத்தல் வேண்டும். ஏனெனில் மின் துண்டிப்பு நேரம் என்பது காப்பமைப்பின் நேரம் சுற்றதரின் திறப்பு நேரம் ஆகியவற்றின் மொத்த நேரமேயாகும் ஆனாலும் விரைந்து செயலாற்றும் காப்பு முறை எல்லா இடங் களுக்கும் தேவைதானா என ஆராய்ந்த பின்னரே அமைத்தல் வேண்டும். இல்லாவிட்டால் தேவையற்ற மின் துண்டிப்பு ஏற்பட்டு பொருளிழப்பு உண்டாகும். காட்டாக மின்னாக்கி, மின் மாற்றி முதலியவைகளை உடனடியாக மின் பிழையினின்று அகற்றுவதால் மின் சுருணைகள் (winding) காக்கப் பெற்றுப்பெரும் பொருட்சேதம் தடுக்கப்படும்.

குழல் வகை மின்னல் தாங்கி (Tubular type lighthing arrester) அமைக்கப் பெற்ற தலைமிசை மின் பாதையில் (overhead lines) மின்னல் தாங்கி இயங்கும்போது, விரைவுக் காப்பமைப்பு இம் மின்பாதையினையே துண்டித்து விடுகிறது. ஆகவே இத்தகு நிலைகளில் மின்னோட்டப் பேரலைகளால் (surges) ஏற்படும் மின்னல் தாங்கி இயக்கத்தினால் தேவையற்ற இயக்கம் நடைபெறுவதைத் தவிர்க்க, உணர்விழப்புற்ற (desensitised) இயக்க நேரமுள்ள காப்பு முறைகளை அமைக்க வேண்டும்.

இயக்க நேரம் 0·1 வினாடிக்குக் குறைவில்லாத நேரமுடைய காப்பமைப்புகள் பெரும்பாலும் இதற்குப் போதுமானது. மின் பாதைகள், தரைக்கம்பியும் தானியங்கு மின் இணைப்பு (Automatic reclosing)க் கட்டுப்பாடும் கொண்டிருக்குமாயின், காப்புக்கால நீட்சி வேண்டியதில்லை. ஏனெனில், பேரலைப் பிழையினைத் தரைக்கம்பி கட்டுப்படுத்தி விடுவதில்லை. மின்னல் தாங்கிகள் இயங்குவதில்லை. மற்றும் ஒழுங்கற்ற மின் துண்டிப்பு ஏற்படுமாயின் தானியங்கு மின் இணைப்புக் கட்டுப்பாடு அவ்வொழுங்கற்ற மின் துண்டிப்பினைச் சரிசெய்து விடுகிறது.

கூருணர்வு : காப்பமைப்பு, மிகக் குறைந்த மின் பிழையிலும் இயங்கத்தக்கதாயும், பெருமச் சுமை (maximum load) செலுத்தும் போது இயங்காதிருக்கத் தக்கதாயும் 'கூருணர்வு' (sensitivity) கொண்டிருத்தல் வேண்டும். கூருணர்வினைச் சரியாக விளக்குவோமானால், அது மின்னோட்ட மின்னழுத்த மாற்றி களுக்கும், காப்பு அமைப்புக்கும் உள்ள மறிப்பின் அளவே என்று கூறலாம். இது மின் அதிகமானல், மாற்றியின் விகிதம், தறுவாய்க் கோணம் ஆகியன மிகுந்து பயனுறுதி அமைவுகள் (effective settings) மிகுந்து விடும். கூருணர்வினை, 'கூருணர்வு எண்' என்ற அலகால் அளவிடலாம். காப்பமைப்பில் கூருணர்வினை மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு ஆகியவற்றின் செயல்களைக் கொண்டு எளிதாக அறியலாம். மின்னோட்டம் மிகும்போது மறுதலிப்பு ஏற்படுத்தக்கூடிய மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு கட்கு;

$$\text{கூருணர்வு எண் } (K_s) = \frac{I_{mn}}{I_{pp}} \text{ என்றுகும்.}$$

I_{scmin} : காப்புச் சுற்றதரின் தொலை முனையில், பிழையில் மின் தடையின்றி ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர்க்குக் கணக்கிடப்பட்ட குறைந்த அளவு மின்னோட்டம்.

I_{pp} : காப்பமைப்பின் முதன்மைத் தொடு மின்னோட்டம் (Primary pick up current).

குறுக்குச் சுற்றதரின்போது ஏற்படும் மின் அழுத்தக் குறைவிற்கு இயங்கும் குறை மின் அழுத்தக் காப்பமைப்பிற்கு,

$$\text{கூருணர்வு எண்} = \frac{V_{po}}{V_{rmax}} \text{ என்றமையும்.}$$

V_{po} : காப்பமைப்பு இயக்கங் கொள்வதற்கான மின்னழுத்தம்.

V_{rmax} : தொலைமுனை குறுக்குச் சுற்றதரில் காப்பமைப்பு உள்ள இடத்தில் ஏற்படும் கணக்கிடப்பட்ட பெரும எஞ்சு மின்னழுத்தம் (maximum residual voltage).

கூருணர்வு எண்ணின் குறைந்த அளவு, அது காக்கின்ற கருவி காப்பமைப்பின் வகை, நோக்கம், குறுக்குச் சுற்றதரின் வகையுடன் அது தோன்றிய இடம் முதலியவற்றைப் பொறுத்து அமைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக, கூருணர்வு எண் 1.5-லிருந்து

2-க்குள் கொள்ளப்படுகிறது. காப்பமைப்பும், பல்வேறு வகையான குறுக்குச் சுற்றதர்ப் பிழையின் மாறுதலுக்கு மறுதலிக்க வேண்டியிருந்தால் (அதாவது முத்தறுவாய் (three phase), தறுவாய்-தறுவாய் (phase to phase), தறுவாய்-தரை (phase to earth) குறைந்த அளவு குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டமுள்ள குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு இதன் கூருணர்வு எண்ணைச் சரிபார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். கூருணர்வு எண், 1.5 என்றால் காப்புப் பெற்ற மின்பாதையின் தொலை முனையில், குறைந்த அளவு குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்ட நிலையில் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் காப்பமைப்பின் தொடு (இயக்க) மின்னோட்டத்தை விட 1.5 மடங்கு அதிகமாக இருக்கவேண்டும் என்பது பொருள். குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம், கணக்கிடப்பட்டதை விடக் குறைவாக இருக்குமானால், மின்பிழையில் மின்தடையுடன் குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படல் போன்றவற்றிற்கு இத்தகைய ஓரவரம்பு (margin) இயக்க நம்பிக்கையைக் கொடுக்கிறது. இருந்தபோதிலும், கூருணர்வு எண் $K_s \geq (1.5—2.0)$ என்பதைக் கொள்வது சில சமயங்களில் கடினமாயிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மின் அமைப்பு, குறைந்த மின் ஆற்றல் அளவில் இயங்கிக் கொண்டு இருக்கும்போது (சில மின்னாக்கிகள் நிறுத்தப்பட்ட நிலையில்) ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தின் அளவு, மின் அமைப்பு நிறைந்த மின் ஆற்றல் அளவில் இயங்கும்போது உள்ள சுமை மின்னோட்டத்தின் அளவைவிடக் குறைந்ததாக இருக்கும். இம்மாதிரி வேளைகளில் தேவையான கூருணர்வு எண் பெறுவது சற்றுக் கடினமே. இதற்காக மின் அழுத்தத் தடுப்பான்கள் (voltage blockings) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பில், மிகை மின்னோட்டமுடன் மின் அழுத்த வீழ்ச்சியும் ஏற்பட்டால்தான் காப்பமைப்பு இயங்குமாறு செய்கிறது.

மிகை மின்னோட்டமுடன் மின் அழுத்த வீழ்ச்சி, குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படும்போதுதான் நிகழும்.

தலைமை மற்றும் பின்னணிக் காப்பமைப்புகள் (Main and Back-up Protections)

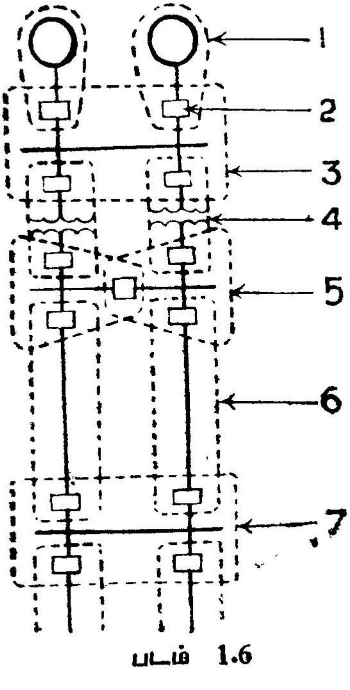
மின் அமைப்பில் அமைக்கப்பெறும் மின் காப்பமைப்புகளைத் தலைமைக் காப்பமைப்பு, பின்னணிக் காப்பமைப்பு என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். தன்னால் காக்கப்படும் சுற்றதர்ப் பிரிவில் ஏற்படும் பிழைகட்குத் தெரிமையுடன் விரைந்து செயல்படும் ஒரு

காப்பமைப்பினையே 'தலைமைக் காப்பமைப்பு' என்கிறோம். தலைமைக் காப்பமைப்பு, ஒவ்வொரு சுற்றதர்ப் பிரிவுக்கும் அமைக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலும் ஒரு சுற்றதர்ப் பிரிவுக்கு அமைக்கப்படும் தலைமைக் காப்பமைப்பு, அடுத்துள்ள சுற்றதர்க்குப் பின்னணிக் காப்பமைப்பாக அமையும்.

தலைமைக் காப்பமைப்பு செயல்படத் தவறும்போதும் பேணுதற்பணிக்கோ, பழுது பார்க்கவோ வெளியில் எடுக்கப்படும் போதும் செயற்படுமாறு இதற்குப் பின்னணியாக அமைக்கப் படுவது பின்னணிக் காப்பமைப்பு எனப்படும். பின்னணிக் காப்பமைப்பின் நேர அமைவு (time setting), தலைமைக் காப்பமைப் பின் நேர அமைவிலும் அதிகமாக இருக்கும். சுற்றதர் உறுப்புகள் எல்லாவற்றிற்குமே பின்னணிக் காப்பமைப்பு அமைக்கப்படுவதில்லை; அடுத்துள்ள சுற்றதர்க்கமைக்கப்பட்ட முதன்மைக் காப்பமைப்பு, கொடுக்கப்பட்ட சுற்றதர்க்குப் பின்னணிக் காப்பமைப்பாக அமையவில்லை என்றால் மட்டுமே இது அமைக்கப்படுகிறது.

தலைமைக் காப்பமைப்பு

படம் 1.6 தலைமைக் காப்பமைப்பினை விளக்குகிறது.



தலைமைக் காப்பமைப்பு

1. மின்னாக்கிக் காப்பமைப்பு
2. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி
3. தாழ் மின்னழுத்த இணைப்பியமைப்புக் காப்பமைப்பு
4. திறன்—மின்மாற்றிக் காப்பமைப்பு
5. உயர் மின்னழுத்த இணைப்பியமைப்புக் காப்பமைப்பு
6. மின் பாதைக் காப்பமைப்பு
7. உயர் மின்னழுத்த இணைப்பியமைப்புக் காப்பமைப்பு

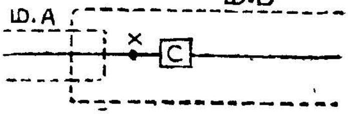
படம் 1.6

முதற் கட்டத்தில் மின்னமைப்பின் உறுப்புகள் ஒவ்வொன்றின் இணைப்புகட்கிடையேயும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்பிழை ஏற்பட்ட பகுதியைமட்டும் பிரித்து வைக்க இவ்வமைப்பு ஏதுவாகிறது. சில வேளைகளில் அடுத்தடுத்துள்ள இரு உறுப்புகட்கிடையே பிரிப்பிகள் அமைக்காது விடப்படலாம். இம்மாதிரி அமைப்புகளில் ஏதேனும் ஒருறுப்பில் ஏற்படும் பிழை, ஈருறுப்புகளையும் பிரிக்கின்ற நிலையை ஏற்படுத்தும்.

அடுத்த கட்டத்தில் ஒவ்வோர் உறுப்புக்கும் தனித்தனியே ஒரு காப்பு மண்டலம் அமைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இத்தகைய அமைப்பால், ஒரு மண்டலத்தில் மட்டுமே உள்ள சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைப் பிரிக்கச் செய்கிறது. இதனால் அடுத்தடுத்துள்ள இரு மண்டலங்கள் மேற்கவியும்போது (over lap) பிழைக்குரிய பகுதியைப் பிரிக்கத் தேவையான சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைவிட அதிகமான சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள் திறக்க நேரிடும். ஆனால், மேற்கவிப்பே இல்லையென்றால் இரு மண்டலங்களுக்கிடையே ஏற்படும் மின்பிழை எந்த மண்டலத்திலும் அமையாது, யாதொரு சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளும் இயங்காமல், பிழையும் நீக்கப் பெறாமல் இருந்துவிடும். இரு செயல்களையும் ஒப்பிடும்போது, முன்னதைக் கொள்வதே சிறந்ததெனப்படுகிறது. மேலும், மேற்கவியும் பரப்பும் குறைவேயாதலால், அங்கு ஏற்படும் மின்பிழையும் அதனால் ஏற்படும் தேவையற்ற சுற்றதர்ப்பிரிப்பிகளின் திறப்பும் மிகமிகக் குறைவே. மேலும், அடுத்துள்ள காப்பு மண்டலம் கவிதல், சுற்றதர்ப் பிரிப்பியைச் சுற்றிலும்தான். ஆதலால் மின்பிழை, மேற்கவிந்த இடமன்றி வேறெங்கு நிகழினும், குறைந்த அளவு சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள் மட்டுமே இயங்கும்.

சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் ஒருபுற
மேற் கவிப்புக் காப்பு முறை

ம.A: மண்டலம் A. ம.B: மண்டலம் B,
C: சுற்றதர்ப் பிரிப்பி.



படம் 1.7

சிக்கனம் அல்லது இடக் குறைவு முதலியவற்றின் காரணமாகச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் ஒரு புறத்தில் மட்டுமே மேற்கவிப்பை அமைக்க விரும்பினால், சுற்றதர்ப் பிரிப்பியை மேற்கவிக்கும் மண்டலக் காப்புக் கருவி, தன் மண்டலச் சுற்றதர்களைப் பிரிப்பதோடு மட்டுமன்றி, அடுத்த மண்டலத்திலுள்ள ஒன்றிரண்டு சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளையும் திறக்குமாறு அமைத்தல் வேண்டும்.

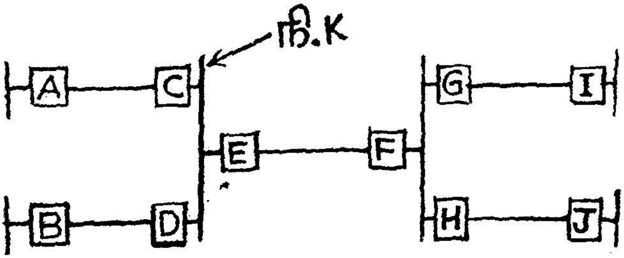
படம் 1·7 இதை விளக்குகிறது. X என்னுமிடத்தில் மின் பிழை ஏற்படின், சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, C உட்பட B மண்டலத்தில் மற்ற சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளெல்லாம் திறக்கின்றன. ஆனுல், குறுக்குச் சுற்றதர் மண்டலம் A-விற்கு வெளியே அமைந்துள்ளதால் மண்டலம் A யிலிருந்து செல்லும் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டத்தைத் தடுக்கவேண்டுமானுல் B மண்டலத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள காப்பமைப்புக் கருவி A மண்டலத்திலும், சில சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைத் திறக்கச் செய்யுமாறு அமைக்கப்படல் வேண்டும். X-ல் ஏற்படும் மின்பிழைக்கு இது தீமையானதல்ல. ஆனுல், A-ல் உள்ள இதே சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள், B மண்டலத்தில் C-க்கு வலப்புறம் ஏற்படும் பிழைகட்கும் தேவையின்றித் திறக்கும். ஆகவே, இத் தேவையற்ற திறப்புகள் விரும்பத்தக்கதா என்பது இக் காப்பமைப்பு பயன்படும் நோக்கத்தையொட்டி உள்ளது.

பின்னணிக் காப்பமைப்பு : இக் காப்பமைப்பு குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு மட்டுமே காப்பாக அமைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், மின் அமைப்பின் நிலைக் குலைவிற்கு குறுக்குச் சுற்றதரே பெரும்பாலும் காரணமாய் அமைகிறது. மேலும், குறுக்குச் சுற்றதரைத் தவிர, ஏனைய பிழைகளுக்கு இவ்வமைப்பு அமைப்பது அவ்வளவு சிக்கனமாகவும் இல்லை என்று பட்டறிவு உணர்த்துகிறது. தலைமைக் காப்பமைப்பு இயங்கத் தவறுவதால்தான் இக் காப்பமைப்பு அமைக்கப்படுகிறது. ஆகவே, தலைமைக் காப்பமைப்பு இயங்கத் தவறுவதற்குரிய காரணங்களை ஆய்வோம். தலைமைக் காப்பமைப்புச் செயல்படாதிருப்பது கீழ்க்காணும் ஏதேனும் ஒன்றில் ஏற்படும் கோளாறினுல் ஆகும்.

1. உணர்த்திகட்கு மின்னேட்ட அல்லது மின்னழுத்த மின்னிலை அளிப்பு (supply)
2. திறப்பு — நேர் மின்னழுத்த மின்னிலை அளிப்பு
3. காப்பு உணர்த்திகள்
4. திறப்புச் சுற்றதர்
5. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி

தலைமைக் காப்பமைப்புச் செயலுரு நிலைக்கு எது காரணமாக அமைகிறதோ, அதுவே பின்னணிக் காப்பமைப்புச் செயல்படாதிருக்கவும் காரணமாய் அமையக்கூடாது. ஆகவே, பின்னணிக் காப்பமைப்பு தனித்துச் செயல்பட, தலைமைக் காப்பமைப்பிற்கும், பின்னணிக் காப்பமைப்பிற்கும் எதுவும் பொதுவாய் இருக்கக்கூடாது. கூடுமானவரை, பின்னணிக் காப்பமைப்பினை வேறிடத்தில் அமைப்பதே நல்லது. காட்டாக

'EF' என்ற மின்பாதைப் பிரிவின் பின்னணிக் காப்பமைப்பினை (படம் 1.8)க் கொள்வோம்.



படம் 1.8

பின்னணிக் காப்பமைப்பு முறை

நி.K மின் நிலையம் K

இம் மின்பாதைப் பிரிவின் பின்னணிக் காப்பமைப்பு, A, B, I, J ஆகியவற்றில் உள்ள பிரிப்பிகளைத் திறக்க அமைக்கப்படும். EF — மின் பாதையில் ஏற்படும் பிழைக்கு, E சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறக்கத் தவறினால் A,B பிரிப்பிகள் திறக்கின்றன. இதில் E சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறக்கத் தவறியதற்குரிய காரணம் ஏதும் A,B சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறக்கத் தவறக் காரணமாய் அமையாது. ஆனால் C,D யில் இவ்வமைப்பை வைத்திருந்தோமானால் E சுற்றதர்ப் பிரிப்பி செயல்படத் தவறிய காரணத்தால் C,D யில் உள்ள பிரிப்பிகளும் (அதாவது பின்னணிக் காப்பமைப்பும்) செயற்படா திருக்க வாய்ப்பாக அமையும்.

A, B, F ஆகிய இடங்களில் உள்ள பின்னணி உணர்த்திகள் K நிலையத்தில் ஏற்படும் மின்பிழைக்குப் பின்னணிக் காப்பமைப்பாக அமைகிறது. மேலும் A, F-ல் உள்ள பின்னணி உணர்த்திகள் DB பாதையில் ஏற்படும் மின்பிழைக்கும் பின்னணிக் காப்பமைப்பாய் அமைகின்றன. தலைமைக் காப்பமைப்புச் சரியாக இயங்கும் நிலையிலிருக்கும்போது, பின்னணிக் காப்பமைப்பு இயங்கினால், மின்னமைப்பில் பெரும்பகுதி துண்டிக்கப்பட்டு விடும். ஆகவே, தலைமைக் காப்பமைப்பு முதலில் இயங்கும்படி யாகவும், பின்னணிக் காப்பமைப்பு சிறிது நேரம் கழித்து இயங்கும்படியாகவும் காலப் பிந்து (time lag) அமைத்தல் வேண்டும். அதாவது, ஒரு குறுக்குச் சுற்றதர் நிகழ்ந்தால், தலைமை, பின்னணிக் காப்பமைப்புகள் இரண்டும் இயங்கத்

தொடங்க வேண்டும். ஆனால், தலைமைக் காப்பமைப்பு மட்டுமே முதலில் செயற்பட்டு, தேவையான பிரிப்பிகளைத் திறக்குமாறும், பின்னணிக் காப்பமைப்புகள் செயற்படுவதற்கு ஏற்ற நேரம் கிடைக்காமல், மீண்டும் முன்னைய நிலைக்கே திரும்பிவிடுமாறும் அமைக்கப்படல் வேண்டும். அமைக்கப்பட்ட உணர்த்தித் தொகுதி அருகில் உள்ள சில மின்னமைப்பு உறுப்புகளுக்குப் பின்னணிக் காப்பமைப்பாக இருக்குமானால், அதனுடைய காலப் பிந்து அருகில் உள்ள உறுப்புகளின் தலைமை உணர்த்திகளில் எது மிகவும் காலப் பிந்து கொண்டுள்ளதோ அதையொட்டியே அமைக்கப்படும்.

2. உணர்த்தியின் அடிப்படைச் செயற் கோட்பாடுகளும் இயல்புகளும்

முன்னைய அதிகாரத்தில் உணர்த்திகளின் வகைகளைப் பற்றியும், அதன் இயக்கம்பற்றியும் மேலெழுந்தவாரியாகப் படித்தோம். இவ்வதிகாரத்தில் உணர்த்தியின் அடிப்படைச் செயற் கோட்பாடுகளைப் பற்றியும் இயல்புகளைப் பற்றியும் பார்ப்போம்.

செயற் கோட்பாடுகள் (Operating Principles)

அடிப்படையில் இருவகைப்பட்ட செயற் கோட்பாடுகள் உள்ளன. அவை :

1. மின்காந்த ஈர்ப்பு (Electro-magnetic attraction) வகை.
2. மின்காந்தத் தூண்டல் (Electro-magnetic induction) வகை.

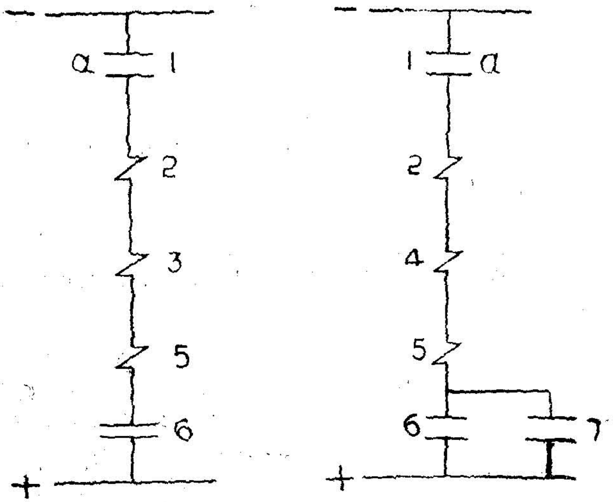
மின்காந்த ஈர்ப்பு உணர்த்திகள், மின்காந்த வரிச் சுருள் (solenoid) தன்னகத்தே ஒரு மூழ்கு தண்டினை (plunger) இழுத்துக்கொள்வது, அல்லது ஒரு மின்காந்தம் தன்முனைகட்கு ஒரு மின்னகத்தை ஈர்த்துக்கொள்வது போன்ற நிலைகளில் இயங்குகிறது. இத்தகைய உணர்த்திகள் நேர் மின்னிலையாலோ (Direct current) அன்றி அலைமின்னிலையாலோ (Alternating current) இயங்கும்.

மின்காந்தத் தூண்டல் உணர்த்திகள் இயங்க, சுழலியில் (Rotor) தூண்டலினால் ஒரு விசை உண்டாக்கப்படும் தூண்டல் இயக்கியின் (Induction motor) கோட்பாடு பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவ்வியக்கக் கோட்பாடு, அலைமின்னிலையால் இயக்கப் படும் உணர்த்திகட்கு மட்டுமே பொருந்தும். இனி இதனைத் தூண்டல் வகை' என்றே அழைப்போம்.

இயக்கங் காட்டிகள் (Operation Indicators)

பொதுவாக உணர்த்திகள் இயங்கியதைக் காண்பிக்க உணர்த்திகளில் காட்டிகள் அமைப்பதுண்டு. அவை உணர்த்திகளின் இயக்கக் கருவிகள் இயங்கும்போது எந்திரமுறையாகவோ (mechanically), அல்லது தொடு மின்னோட்டப்பாதையில் இணைத்து மின்முறையாகவோ (electrically), உணர்த்தி இயங்கும் போது இயக்கம் ஏற்பட்டதை அறிவிக்க அமைக்கப்படுகிறது. இயக்கத்தை அறிந்தபிறகு கைவினையால் (manual) மீண்டும் முன்னைய இடத்தில் அதை மீள் நிலைப்புச் (reset) செய்யவும் ஏற்பாடு செய்யப்படுகிறது. மின்னோட்டம் தொடுமுனை வழியே செல்வதால் மட்டுமே இயங்குகிற மின் முறைகாட்டிகளே இயக்கங் காட்டிகளாகப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பிடிப்புச் சுருள்கள் (Holding Coils)



படம் 2·1

உறுதிப்பிடியின் பயன்

1. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, 2. சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் திறப்புச் சுருள், 3. காப்புணர்த்தியின் உறுதிப்பிடிச் சுருள், 4. துணை உறுதிப்பிடி உணர்த்திச் சுருள் (Auxilary seal-in-relay coil), 5. காப்புணர்த்தியின் காட்டி, 6. காப்புணர்த்தியின் தொடுமுனை, 7 துணை-உறுதிப்பிடி உணர்த்தித் தொடுமுனை.

சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் திறப்புச் சுற்றதர் மின்னேட்டத்தைக் கவனமில்லாமல் நாம் தடைபடுத்தும்போது தொடுமுனைகள் சேதமுறும். இத்தகைய சேதம் ஏதுமின்றிக் காக்க, சில உணர்த்திகளில் தொடுமுனைகட்குத் தொடர் இணைப்பாக ஒரு சுருளைக் கொண்ட ஒரு பிடிப்பு உத்தி (holding mechanism) அமைக்கப்படுகிறது. இச் சுருள் ஒரு சிறிய மின்காந்தத்தின்மேல் வைக்கப்படுகிறது. இது, திறப்புச் சுருள் (trip coil) மின்னேட்டம் ஏற்பட்டவுடனேயே ஒரு மின்னகம்போல் செயற்பட்டு, தொடுமுனைகள் உறுதியாகத் தொட்டு நிற்கும்படிச் செய்கிறது. இச் சுருள் 'உறுதிப்பிடி' (seal-in) அல்லது பிடிப்புச்சுருள் என வழங்கப்படுகிறது. மற்றுஞ் சில உணர்த்திகளில் ஒரு சிறு துணை உணர்த்தி (auxiliary relay) பயன்படுத்தப்படுகிறது. அது திறப்பு மின்னேட்டம் செல்லும்போது, தொடுமுனைகட்குப் புறவழியாக (by-pass) நின்று, திறப்புச்சுற்றதர் தொடர்ந்து நிலை பெற்றிருக்க உறுதி செய்கிறது. இவ்வுறுதிப்பிடிச் சுருள், காட்டியாகவும் அமையும். மேற்கூறிய இரு முறைகளிலும் திறப்புச்சுற்றதர் மின்னேட்டம் செல்லத் தொடங்கிவிட்டால், அச் சுற்றதரில் தொடர் இணைப்பாகவுள்ள சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் துணை இணைப்பி (auxiliary switch) மட்டுமே அம் மின்னேட்டத்தைத் தடைபடுத்தக் கூடியதாகவும், அவ்விணைப்பியும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி இயங்கிய பின்னரே இயங்கக்கூடியதாகவும் அமைக்கப்படுகிறது.

இவ்விரு முறைகளையும் படம் 2·1 விளக்குகிறது.

தொடு, மீள் நிலைப்புச் சரி செய்கைகள்

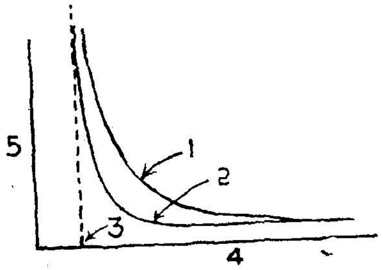
மடைகள் (tapping) கொண்ட மின்னேட்டச் சுருளினாலோ அன்றி மடைகள் கொண்ட துணை மின் அழுத்தமாற்றிகளாலோ (auxiliary potential transformers) அன்றி மின்தடையினாலோ தொடு, மீள் நிலைப்புச் சரி செய்கைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும், சுருள்வில் மற்றும் காற்று இடைவெளியைச் சீராக்குவதன் மூலமும் தொடு, விடு இயக்கங்களைத் தேவைக்கேற்றவாறு சரி செய்யலாம்.

காலநீட்சி (Time Delay)

சில உணர்த்திகள் தேவையானபடி காலநீட்சியைக் கொள்ளும்படியாகவும், மற்றவை உடனே இயங்கக்கூடியதாகவும் உள்ளன. உடனே இயங்கக்கூடியனவென்றால், அதற்கு நாமாகக் காலநீட்சி கொடுப்பதில்லை என்பதுதான் பொருள். உணர்த்திகள் பொதுவாகத் தமது இயக்கத்திற்குக் குறைந்தது 0·1 விநாடி எடுத்துக் கொள்ளும்; அத்தகைய உணர்த்திகள் உடனியங்கும்;

உணர்த்திகள் (Instantaneous relays) என்றழைக்கப்படும். காலநீட்சி தேவையெனில் அதற்குமேல் (0·1 விநாடிக்குமேல்) நாம் வேண்டிய அளவு காலநீட்சியினை வைத்துக்கொள்ளலாம். அப்படி வைத்துக்கொண்டால் அது காலநீட்சி உணர்த்திகள் ஆகும். வெகு-வேகம் (high-speed) என்னும் சொல் 0·1 விநாடியைவிடக் குறைந்த நேரமே ; வழக்கமாக 0·05 விநாடியே தன் இயக்கத்திற்குக் கொள்ளும் உணர்த்திகளைக் குறிப்பிடப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக, இதனுடைய இயக்கும் நேரம் வட்டிப்பினால் (cycle) குறிப்பிடப்படும். அதாவது ஒரு வட்டிப்பு நேரம் என்றால் 50 வட்டிப்பு அதிர்வெண் உள்ள மின்னமைப்பில் 1/50 விநாடி என்றாகும். முன்னர் 0·1 விநாடியே தமது இயக்கத்திற்குக் கொள்ளும் உணர்த்திகள் உடனியங்கும் உணர்த்திகள் என்றழைக்கப்பட்டன ; பின்னர் உணர்த்தி அமைப்புகளில் கண்ட முன்னேற்றங்களினால் உணர்த்தியின் விரைவு அதிகமாக்கப்படவே, (0·05 விநாடி) வெகுவேக உணர்த்திகள் என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்த வேண்டி நேர்ந்தது.

காப்புணர்த்தியில் செயற்படுத்தக்கூடிய பொருளின் அளவினை யொட்டி அமையாது தனித்து நிற்கும்படியான ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு காலநீட்சித் தேவைப்பட்டால், சில வேளைகளில் அறுதிப் படுத்தப்பட்ட (fixed) காலநீட்சியினைக் கொண்ட குறை நிரப்புத்



தலைகீழ் நேர் வளைகோடு

1. தலைகீழ் வளைகோடு
2. உறுதி வளைகோடு
3. தொடு அளவு
4. செயற்படுத்தும் பொருளின் அளவு
5. இயக்கும் நேரம்

படம் 2·2

துணை உணர்த்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. 'இழுவை காந்தம்' (dragmagnet) எனப்படும் நிலைக்காந்தத்தின் உதவி கொண்டு இக் காலநீட்சி பெறப்படுகிறது. இது காந்த முனைகளுக்கிடையே உணர்த்தியின் சுழலி காந்தப் பெருக்கினை (magnetic flux) வெட்டுமாறு அழைக்கப்படுகிறது. இது இருபுறத்திலும் சுழலியின் அசைவினைத் தடைசெய்கிறது. வேறு சில உணர்த்திகள் எந்திர

அமைப்புகள் பொருத்தப்பட்டு இக் கால நீட்சியைச் செய்கின்றன. இயக்கும் நேரத்திற்கும் இயக்கும் பொருளுக்கும் உள்ள தொடர்பினை விளக்கும் வளைகோடு (curve) அண்மைக் காலத்தின் முன்னேற்றத்தால் மாறுதல்களைப் பெற்றுள்ளது. முன்னம், 'உறுதி நேரம்' (definite time), 'தலைகீழ் நேரம்' (inverse time) ஆகிய இரண்டு சொற்கள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டன. தலைகீழ் நேர வளைகோடு என்பது, இயக்கும் பொருளின் அளவினை மிகுதிப் படுத்த, படம் 2·2-ல் உள்ளபடி இயக்கும் நேரம் குறைவதைக் காட்டுவது. உறுதி-நேர வளைகோடு என்பது, இயக்கும் பொருளின் அளவு வேறுபட்டால் நேரம் மாறுவதில்லை என்பதைக் காட்டுவது. இது நடைமுறையில் உணர்த்தியின் தொடு மதிப்புக்குச் சற்று மேலே ஏறக்குறைய உறுதியாய் அமைந்துள்ளது.

மின்காந்த ஈர்ப்பு வகையின் ஒற்றை அளவு உணர்த்திகள் (Single quantity relays of the Electro-magnetic attraction Type)

ஒற்றை மின்னோட்டம் (அ) மின் அழுத்தத்திற்கு மறுதலிக்கும் அலைமின் அல்லது நேர் மின்னோட்ட மூழ்கு தண்டுவகை அல்லது ஈர்ப்பு மின்னகவகை உணர்த்திகளைப்பற்றி இங்கு படிப்போம்.

இயக்கும் விதி : அசையும் உறுப்பின் (moving element) செலுத்தப்படும் மின்காந்தவிசை, காற்று வெளியில் இருக்கும் பெருக்குச் சதுரத்திற்கு ($flux^2$) நேர்வீத அளவில் (proportional) அமையும். நிறைநிலைத் தன்மையின் (saturation) விளைவை நீக்கி விட்டால் இயக்கும் விசையைக் கீழ்க்காணுமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$F = K_1 I^2 - K_2$$

இதில் F = நிகர விசை

K_1 : ஒரு விசைமாற்று நிலை எண் (A force conversion constant).

I : இயக்கும் சுருளின் வேர்நிரல் குழிப்பு (rms) மின்னோட்ட அளவு.

K_2 : (உராய்வு உள்ளிட்ட) தடைவிசை (Restraining force including friction) உணர்த்தி தொடும் நிலையில் இருக்கும்போது, நிகரவிசை F = 0 ஆகவே, அதனுடைய செயற்பண்பு

$$K_1 I^2 = K_2$$

$$I = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}} = \text{நிலை எண்.}$$

மீள் நிலைப்புத் தொடு அளவு வீதம் (Ratio of reset to pick up)

இவ்வகை உணர்த்திகள் பெரிதும் பயன்படாதிருப்பதற்குக் காரணம் இதன் மீள் நிலைப்புத் தொடு அளவுகளிடையே நிறைய வேற்றுமை இருப்பதேயாம். உணர்த்தி தொட்டவுடன் காற்று இடைவெளி குறைந்து, அதனால் தொடுவதற்கு எவ்வளவு மின்னோட்டம், தேவைப்பட்டதோ, அதைவிடத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கத் தேவையான மின்னோட்டத்தின் அளவு குறைகிறது. இவ்விளைவு அலைமின் உணர்த்தியைவிட நேர்மின் உணர்த்தியில் விளங்கித் தோன்றுகிறது. சிறப்பான திட்ட அமைப்பின்மூலம் இவ்விகிதத்தை அதிகப்படியாக அமைத்தால் அலைமின் உணர்த்திகட்கு 90% முதல் 95% வரையும் நேர்மின் உணர்த்திகட்கு 60% முதல் 90% வரையும் அமைக்கலாம்.

அதிர்வு இடத்துச் சார்வு : காற்று இடைவெளிப்பெருக்கியை இரண்டு தறுவாயொன்றுக் கூறுகளாகப் பிரிக்கும் மறை வளையங்களை (shading rings)க் காந்த முனைகளில் கொண்டில்லாத உணர்த்திகள், அலை மின்னோட்டத்தில் தொட்ட நிலையில் தொடர்ந்து செயலாற்றல் முடியாது. ஏனெனில், இங்கு மிகுந்த அதிர்வு இருப்பதனாலாகும். இவ்வதிர்வு விரும்பத்தகாத இரைச்சலை உண்டாக்கி, நிறையத் தேய்மானத்தை ஏற்படுத்தும். மேற்கூறிய அமைப்பு இல்லையென்றால், அலைமின்னோட்ட உணர்த்திகள் ஒவ்வொரு அரை வட்டிப்புக்கும் ஒரு முறை விட்டு விட்டுச் செயலாற்றும்.

திசைப்பணிப்புக் கட்டுப்பாடு (Directional Control)

திசைப்பணிப்பு இயக்கம் தேவையற்ற சுற்றதர்களில்தான், இத்தகைய உணர்த்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கால இயல்புகள் (Time Characteristics)

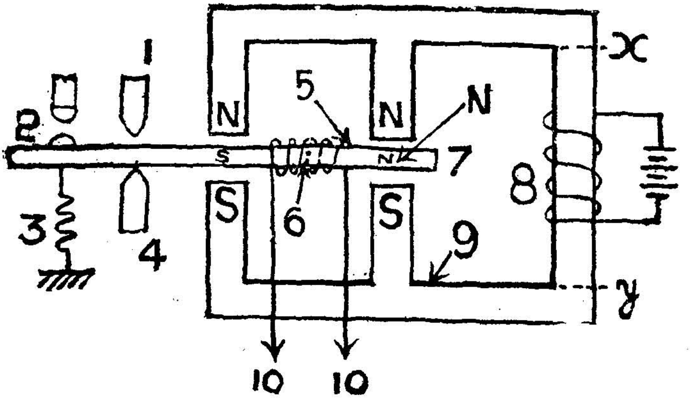
இவ்வகை உணர்த்திகள் விரைந்து செயலாற்றக் கூடியவை; காலநீட்சி தேவையற்ற இடங்களில் இவை பொதுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. காலநீட்சி தேவைப்பட்டால் முன்னர் கூறியவாறு நீட்சி தரும் எந்திரக் கருவிகளைக் கொண்டு பெறப் படுகிறது. நேர்மின்னோட்ட உணர்த்திகளில், மிகக் குறைந்த அளவு காலநீட்சியினை, காந்தச் சுற்றதரைச் சுற்றி மிகக் குறைந்த மின்தடை வளையத்தை அமைப்பதன் மூலம் பெறலாம். இந்த வளையம் காந்தப் பெருக்கின் மாறுதலில் (change காலத்தை நீட்டிக்கிறது. இதனைத் தக்கவாறு அமைப்பதன் மூலம் உணர்த்தி தொடும்போதோ அல்லது விடும்போதோ காலநீட்சியை வேண்டியவாறு பெறலாம்.

மின்காந்த ஈர்ப்பு வகையின் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

மின்காந்த ஈர்ப்பு வகையின் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் திருத்தப்பெற்ற (rectified) அலை மின்னோட்டத்தாலோ, அல்லது நேர்மின்னோட்டத்தாலோ இயங்குகின்றன. நேர் மின்னோட்டச் சுற்றதர்க்காப்பமைப்பில்தான் இவ்வுணர்த்திகள் பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன

செயற் கோட்பாடு

இவ்வுணர்த்தியின் செயற்கோட்பாட்டினை படம் 2.3 காண்பிக்கிறது.



படம் 2.3

திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி (மின்காந்த ஈர்ப்பு வகை)

1,4 நிறுத்தி stop), 2. தொடு முனைகள், 3. கட்டுப் படுத்துச் சுருள்வில், 5. செயற்படுத்தும் சுருள், 6. முனை (pivot), 7. நகரும் மின்னகம் (Mobile Armature), 8. முனைமையாக்கும் சுருள், 9. முனைமையாக்கும் காந்தம். 10. செயற்படுத்தும் பொருளின் தோற்றுவாய் நோக்கி.

மின்னகத்தைச் சுற்றியுள்ள இயக்குச் சுருள் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தால் காந்தப்படுத்தப்பட்டு, தொடு முனைகள் தொடும்படியாக முனைமை (polarity) கொண்டுள்ள ஓர் அசையும் மின்னகத்தைப் படத்தில் காண்கிறோம். இயக்கும் பொருளின் முனைமை எதிர்த் திசைமாற்றம் (reversal) மின்னகத்து முனைகளில் முனைமையை நேர் மாறாக மாற்றுகிறது. ஆகவே, தொடுமுனைகள் விட்டபடியே இருக்கும். முனைமையுறு காந்தத்தை காந்தப்படுத்த ஒரு முனைமையுறு சுருளைப் பயன்படுத்துவதாகப் படத்தில் காட்டியுள்ளபோதிலும், இச்சுருளுக்குப் பதிலாக X Y

பகுதிகளில் ஒரு நிலைக்காந்தத்தையும் அமைக்கலாம். இக் கோட்பாட்டினைப் பயன்படுத்தப் பல வழிகள் உள்ளன; அவற்றுள் நேர்மின்னோட்ட இயக்கியைப் (D. C. motor) போலவே கட்டுமானம் செய்தல் ஒருவகை; நிறைநிலைத் தன்மையினைப் புறக்கணித்துவிட்டால், மின்னகத்தை அசைக்கும் விசையைக் கீழ்க் காணுமாறு எழுதலாம்.

$$F = K_1 I_p I_a - K_2$$

F : நிகர விசை

K_1 : விசைமாற்று நிலை எண்

I_p : முனைமைச் சுருளின் மின்னோட்ட அளவு

I : மின்னகச் சுருளின் மின்னோட்ட அளவு

K : (உராய்வு உள்ளிட்ட) தடை விசை

சமநிலைப் பள்ளியில் (at the balance point) F = 0 ஆகவிருக்கும்போது, உணர்த்தி இயக்கம் மேற்கொள்ளும் நிலையிலிருக்கும். அப்போது அதன் செயற் பண்பு,

$$I_p I_t = \frac{K_2}{K_1} = \text{நிலை எண்.}$$

I_t, I_t ஆகிய மின்னோட்டங்கள் தொடு விசை (pick up force) ஏற்படும் திசையில் சுருள்களின் வழியே செல்வதாகக் கொள்ளப் படுகிறது. இதில் ஏதேனும் ஒன்றின் திசையை மாற்றினால் விசையின் திசை மாறும். ஆகவே, இயக்கச் சுருளின் மின்னோட்டத் திசையைப் பிரித்துணரும் தன்மையை ஒட்டி இவ்வுணர்த்தி இப்பெயர் பெறுகிறது. இவ்வொப்புமை சார்ந்த திசைகள் (relative direction) இயக்கத்திற்குச் சரியாக அமையு மானால், இவ்விரண்டு மின்னோட்டங்களின் பெருக்குத்தொகையின் நிலையான அளவில் உணர்த்தி தொடும்.

திறமை (Efficiency)

செயற்படுத்தும் சுருளின் சுற்றதரினின்று எடுத்துக்கொள்ளும் ஆற்றலையொட்டி நோக்குமிடத்து, இவ்வகை உணர்த்திகள் கீலிட்டமின்னக (hinged armature) அல்லது மூழ்குதண்டு உணர்த்திகளைவிடத் திறமையுடையன. இதனால்தான் நேர் மின்னோட்டக் கிளையே (shunt) செயற்படுத்தும் தோற்றுவாயாக (actuating source) இருக்கும்போது (திசைப்பணிப்பு வேண்டினும், வேண்டாவிடினும்) இத்தகைய உணர்த்திகளே பயன்படுத்தப்

படுகின்றன. குறைந்த அளவு ஆற்றலுடைய அலைமின் உணர்த்தி தேவைப்பட்டால், சில வேளைகளில் முழு அலை திருத்தியின் வழியாக அலை மின்னலை செலுத்தப்பட்டு இவ்வுணர்த்திகள் செயற்படுத்தப்படும்.

தூண்டல்வகை உணர்த்திகள்

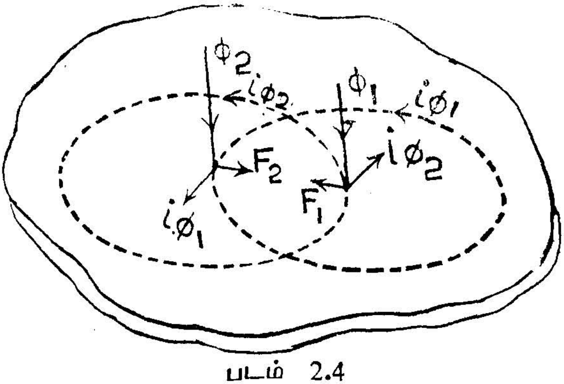
பொதுவான செயற்கோட்பாடுகள்

அலைமின் அளவுகள் உள்ளடங்கப் பெற்ற காப்பு அமைப்புகளில், தூண்டல் உணர்த்திகளே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் செயற் கோட்பாட்டின்படி நேர்மின் நிலைகளில் இவை பயன்படுவதில்லை. தூண்டல்வகை உணர்த்திகள், தொடுமுனைகளைக் கொண்ட ஒரு பிளவுத் தறுவாய் (split phase) தூண்டல் இயக்கியே ஆகும்.

மின்காந்தப் பெருக்குகளினால் சுழலியில் தூண்டப்பட்ட சுழல் மின்னோட்டத்துடன் (Eddy Currents) இப் பெருக்குகள் கொள்ளும் உட்செயலால் (Interaction) செயற்படு விசை, நகரும் உறுப்பின் மீது உண்டாகிறது. நகர் உறுப்பு வட்டத் தகாடகவோ, அல்லது வேறுவகையான சுழலியாகவோ ஒரு காந்தமில்லா மின் கடத்துப் பொருளாக இருக்கும்.

செயற்படுத்தும் விசையின் தோற்றம்

அடுத்தடுத்துள்ள இரு அலைமின் பெருக்குகளினால் ஊடுருவப் பட்ட ஒரு சுழலியின் பகுதியில் எப்படி விசை தோன்றுகிறது என்பதைப் படம் 2.4 காட்டுகிறது.



படம் 2.4

அலைமின் பெருக்குகளால் சுழலியில் விசை தோன்றல்

இரு பெருக்குகளும் கீழ்நோக்கியும் மிகுதியாகிக்கொண்டும் இருக்கும் ஒரு நிலையில், மற்றெல்லா அளவுகளும் படத்தில்

காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பெருக்கும் தன்னைச் சுற்றி மின் அழுத்தத்தைச் சுழலியில் தூண்டிக் கொண்டிருக்கிறது. இரு மின்னழுத்தங்களின் செயலால் சுழலியில் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. ஒரு பெருக்கால் ஏற்படும் மின்னோட்டம் அடுத்த பெருக்கினிடத்து எதிர்வினை செய்யும். மற்றப் பெருக்கினிடத்து ஏற்படும் மின்னோட்டத்துடன் முதலிற் சொன்ன பெருக்கு எதிர்வினை செய்தும், சுழலியில் செயற்படும்படி விசைகளை ஏற்படுத்துகின்றன. படத்தில் காட்டியுள்ள அளவுகளைக் கீழ்க் காணுமாறு உரைக்கலாம்.

$$\phi_1 = \phi \sin \omega t$$

$$\phi_2 = \phi_2 \sin (\omega t + \theta)$$

θ என்பது ϕ_1-ஐ விட ϕ_2 முன்செல்லும் தறுவாய்க் கோணம். சுழலியின் மின்னோட்டம் செல்லும் பாதையில் புறக்கணிக்கக் கூடிய சிறிய அளவு தன் தூண்டல் (self inductance) இருப்பதாகப் பாவனை செய்து கொள்வோம். அதனால், சுழலியின் மின்னோட்டம் அலைகளின் மின்னழுத்தத் தறுவாயுடன் ஒன்றும்.

$$i\phi_1 \propto \frac{d\phi}{dt} \propto \phi_1 \cos \omega t$$

$$i\phi_2 \propto \frac{d\phi_2}{dt} \propto \phi_2 \cos (\omega t + \theta)$$

படத்தில் இரு விசைகளும் எதிர் எதிராக உள்ளன. ஆகவே, நிகர விசைக்கு மேற்கண்ட சமன்பாட்டை,

$$F = (F_2 - F_1) \propto (\phi_2\, i\phi_1 - \phi_1\, i\phi_2) \quad \ldots \quad (1)$$

என்றெழுதலாம்.

மேற்கண்ட பொருள்களின் அளவுகளைச் சமன்பாடு (1)-ல் இட,

$$F \propto \phi_1 \phi_2 [\sin (\omega t + \theta) \cos \omega t - \sin \omega t \cos (\omega t + \theta) \quad \ldots \quad (2)$$

என்றாகி, மேலும் சுருக்க, $F \propto \phi_1 \phi_2 \sin \theta$ என்றாகும். ... (3)
பெருக்கு, எதிர்வு (sine) அலைகள் எடுத்துக்கொண்டதனால், சமன்பாடு மூன்றில் உள்ள பெரும அளவுகட்கு (crest values), வேர் நிரல் குழிப்பு அளவுகளைப் பகரப்படுத்தலாம் (substitute), 3 ஆம் சமன்பாடு அடிப்படைத் தொடர்பினை விளக்குவதோடு, நிகரவிசை எந்த நேரத்திலும் ஒரே அளவாய் உள்ளது என்பதையும் தெளிவாகக் காட்டுகிறது. இந்த விசையின் உதவியால் உணர்த்தியின் செயல் நேர் நிலையாகவும் (+), அதிர்வின்றியும் அமையும். மேலும், இதனால் முன் செல்லும் (leading) பெருக்கு

சுழலியைத் துளைத்த இடத்திலிருந்து, பின் செல்லும் (lagging) பெருக்கு சுழலியைத் துளைத்த இடத்தை நோக்கி நிகர விசை செலுத்தப்படுகிறது என்பதனை அறியலாம். இது, பெருக்கு சுழலியின் குறுக்கே கடந்து, சுழலியைத் தன் போக்கில் நகர்த்து வதையொக்கும். வேறுவகையிற் சொன்னால், செயற்படுத்தும் விசை, தறுவாயிலி (out of phase) பெருக்குகளின் தோற்றத்தால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஒரு பெருக்கு மட்டுமே தானாக நிகர விசையைத் தோற்றுவிக்காது. குறைந்தது தறுவாயிலி பெருக்குகள் இரண்டேனும் இருந்தால் தான், நிகர விசையைத் தோற்றுவிக்க முடியும். இவ்விரு பெருக்குகளின் தறுவாய்க் கோணம் 90° ஆக இருக்கும்போது, நிகர விசையின் பெரும அளவைப் பெறலாம். மேலும் எந்தப் பெருக்கு முன் செல்கிறது என்பதையொட்டியே விசையின் திசையும், அதனால் உணர்த்தியின் அசையும் உறுப்பின் அசை திசையும் அமைகிறது.

செயற்படும் அமைப்பின் வகைகள் (Tapes of Actuating Structures)

செயற்படும் அமைப்புகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மறை முனை அமைப்பு (Shading pole structure)

2. ஆற்றல் அளவி அமைப்பு (Watt-hour meter structure)

3. தூண்டல் கிண்ணம் (Induction cup) மற்றும் இரட்டைத் தூண்டல் கண்ணி (Double-induction loop) அமைப்புகள்.

4. ஒற்றைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்பு (Single induction-loop structure)

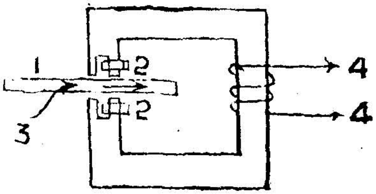
1. மறை முனை அமைப்பு

படம் 2·5-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மறைமுனை அமைப்பு பொதுவாக, காற்று இடைவெளி கொண்ட காந்த அமைப்பின் மேல் வைக்கப்பட்ட ஓர் ஒற்றைச் சுருளின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தால் செயற்படுத்தப்படுவது. இந்த மின்னோட்டத்தால் உண்டாக்கப்படும் காற்று இடைவெளிப் பெருக்கினை, மறை வளையம் தறுவாய்-ஒன்று இரு கூறுகளாக (components)ப் பிரிக்கின்றது. மறை வளையம் என்பது பொதுவாகச் செப்பினால் செய்யப்பட்டு, காற்றிடைவெளியில் ஒவ்வொரு முனையின் முகத்திலும் ஒரு பகுதியைச் சுற்றியிருக்கும்படி அமைக்கப் பட்ட ஒரு வளையம்.

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள சுழலி, (செம்பு (அ) அலுமினியத்தால் ஆன ஒரு வட்டத் தகடு) முனைகட்கிடையே உள்ள காற்று வெளியில் சுற்றி வருமாறு சுழலச்சின்மீது அமைக்கப்பட்டுள்ளது. வட்டத் தகட்டில் ஊடுருவி வரும் பெருக்குகட்கிடையே உள்ள தறுவாய்க் கோணம், வகுதி நிலை எண் (design constant) ஆகும்.

மறைமுனை அமைப்பு

1. சுழலி,
2. மறை வளையம்,
3. விசையின் திசை,
4. செயற்படுத்தும் பொருளின் தோற்றுவாய் நோக்கி.

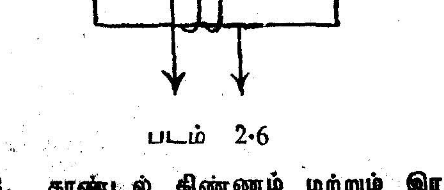


படம் 2·5

2. ஆற்றல் அளவி அமைப்பு

ஆற்றல் அளவிகளில் பயன்படுத்தப்படும் இவ்வமைப்பு, உணர்த்திகளிலும் பயன்படுத்தப்படுவதால் இஃது இப்பெயர் பெறுவதாயிற்று.

இவ்வமைப்பு, இரு காந்தச் சுற்றதர்களில் இரு வேறு சுருள்களை உடையதாயும், ஒவ்வொன்றும், சுழலியை இயக்கத் தேவையான இரு பெருக்குகளில் ஒன்றினைத் தோற்றுவிப்பதாயும் அமைந்துள்ளது.



ஆற்றல் அளவி அமைப்பு

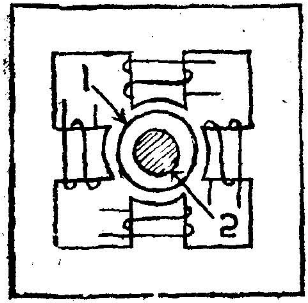
1 சுழலி

படம் 2·6

3. தூண்டல் கிண்ணம் மற்றும் இரட்டைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்புகள்

இவ்வமைப்புகளை முறையே படம் 2·7, 2·8 காட்டுகின்றன.

இவை தூண்டல் இயக்கியை (Induction motor)ப் பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால், இதில் சுழலி இருப்பு (rotar iron)ப்



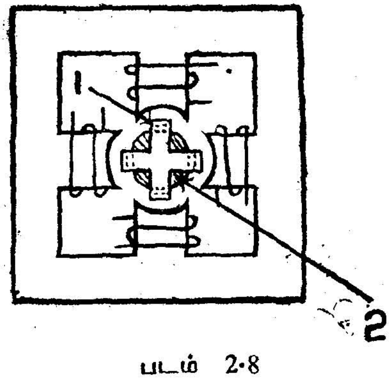
படம் 2·7

தூண்டல் கிண்ண அமைப்பு

1. சுழலி,

2. நிலையான உள்ளீடு (Stationary core).

பகுதி நிலையாக இருக்கும்; சுழலியிலிருக்கும் கடத்திப்பகுதி (rotor conductor) மட்டுமே சுழலக்கூடியதாக இருக்கும். கிண்ண அமைப்பு, ஓர் உள்ளீடற்ற உருளை (hollow cylinder)ச் சுழலியைக் கொண்டதாயும், ஆனால் இரட்டைத் தூண்டல் அமைப்பு, ஒன்றுக்



படம் 2·8

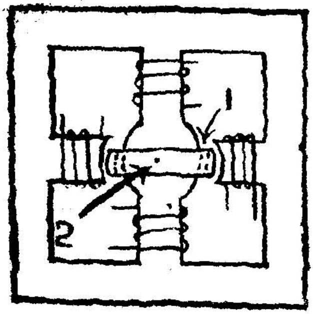
இரட்டைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்பு

1. சுழலி,

2. நிலையான உள்ளீடு.

கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும்படி இரு கண்ணிகளைக் கொண்டதாயும் இருக்கும். இரண்டு அமைப்புகளுமே இயக்கத்தில் ஒருதன்மைத்தாகவே உள்ளன.

இவ்விரு அமைப்புகளும் முன் கூறிய இரண்டையும்விட திருக்கம் (torque) மிகுதியாக உண்டாக்கக்கூடியனவாய் உள்ளன. இவ்வகைகள்தான் வெகு-வேக (high speed) உணர்த்திகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



ஒற்றைத் தூண்டல்
கண்ணி அமைப்பு

1. கண்ணி,
2. முனை.

படம் 2·9

ஒற்றைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்பு

மேற்குறிப்பிட்ட எல்லாவற்றையும்விடப் படம் 2·9-ல் காட்டப் பட்டுள்ள ஒற்றைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்பே திருக்கம் தோற்றுவிப்பதில் மிகவும் திறமையுடையதாயுள்ளது. இருந்த போதிலும், இவ்வகையில், ஒரு பெருங்குறை உள்ளது. அதாவது, சுழலி, அதிர்வுச்சார்புடையதாய் அமைந்துள்ளது. மேலும், திருக்கம் சுழலியின் நிலையை (position) யொட்டி மாறுகிறது.

ஒற்றைப்பொருள் அளவு தூண்டல் உணர்த்திகள் (Single-quantity Induction Relays)

ஒற்றைப் பொருள் அளவு தூண்டல் உணர்த்தி, ஒற்றை மின்னோட்ட அல்லது மின் அழுத்தத் தோற்றுவாயினின்று செயற்படுத்தப்படுவது. எந்தவகையான தூண்டல் உணர்த்தி செயற்படும் அமைப்பினையும் அதற்குப் பயன்படுத்தலாம். மறை முனை அமைப்பு, ஒற்றைப் பொருள் உணர்த்திக்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்ற அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தும் போது, அதனுடைய செயற்படும் சுற்றதர் இரண்டினையும் தொடராகவோ, இணையாகவோ இணைக்கப்படுகிறது.

எதிர் வினைப்பு — மின்தடை (X/R) விகிதம் வெவ்வேறாக உள்ள இரு சுற்றதர்களைக்கொண்டு, பெருக்குகட்கிடையே தேவையான தறுவாய்க் கோணத்தைப் பெறலாம். நிறைநிலைத் தன்மையின் விளைவைப் புறக்கணிக்க இத்தகைய எல்லா உணர்த்திகட்கும் உள்ள திருக்கம்,

$$T = K_2 I^2 - K_1$$ என்றாகும்.

I : இரு சுற்றதர்களின் மொத்த மின்னோட்டத்தின் வேர் நிரல் குழிப்பு (அளவு) தறுவாய்க் கோணம் திட்ட அமைப்பின் போதே உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த உணர்த்தி ஒரு மின்னழுத்தத் தோற்றுவாயினுல் செயற்படுத்தப்படுமானுல் திருக்கம்,

$$T = K_1 V^2 - K_2 \quad \text{என்றமையும்.}$$

V : உணர்த்திக்கு அளிக்கப்பட்ட மின் அழுத்தத்தின் வேர் நிரல் குழிப்பு அளவு.

மீள் நிலைப்பு – தொடு விகிதம் (Reset to pick up ratio)

தூண்டல் உணர்த்திகளில் மீள் நிலைப்புத் தொடு விகிதம் மிகவும் அதிகம். ஏனெனில், அவைகளின் இயக்கம், காந்தச் சுற்றதரின் காற்று இடைவெளி மாற்றத்தைப் பொறுத்து இல்லை. இவ்விகிதம் 95% — 100% இருக்கும்.

கால இயல்புகள் (Time Characteristics)

உணர்த்திகளில் சுழலி ஒரு வட்டத் தகடாகவும், செயற்படும் அமைப்பு மறை முனை வகையாகவோ அன்றி ஆற்றல் அளவி வகையாகவோ இருந்தால், தலைகீழ் நேர வளைகோடுகள் பெறப் படுகின்றன. வெகு விரைவு இயக்கங்கள் தூண்டல் கிண்ணம், தூண்டல் கண்ணறி அமைப்புகளினுல் பெறப்படுகின்றன.

தூண்டல் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் (Directional Induction Relays)

ஒற்றைப் பொருள் உணர்த்திகள் போலல்லாது, இவை இரு வேறு தனிப்பட்ட தோற்றுவாய்கள்மூலம் செயற்படுகின்றன. ஆதலால் 3ஆம் சமன்பாட்டிலுள்ள கோணம் மாறுதலுக்குட் படுகிறது. இவ்வகை உணர்த்திகளில் அதனுடைய மாறுபாட்டை நன்கு கவனிக்கவேண்டும். இத்தகு உணர்த்திகள் படம் (2·6 — 2·9) உள்ள செயற்படும் அமைப்புகளைப் பயன் படுத்திக் கொள்கின்றன.

செயற்படும் பொருள்களின் அடிப்படையில் திருக்கத் தொடர்பு (Torque relation in terms of actuating quantities)

1. மின்னோட்ட — மின்னோட்ட — உணர்த்தி இரு வேறு மின்னோட்ட மாற்றித் தோற்றுவாய்கள் மூலம் செயற்படுத்தப்

படுகிறது. 'நிறைநிலைத் தன்மை' இல்லையெனக் கொண்டு, பெருக்குகட்குப் பதிலாக, செயற்படுத்தும் மின்னோட்டங்களைச் சமன்பாடு 3-ல் பகரமாக வைக்க, திருக்கம்

$$T = K_1 I_1 I_2 \sin \theta - K_2 \text{ என்றாகிறது.} \qquad ...(4)$$

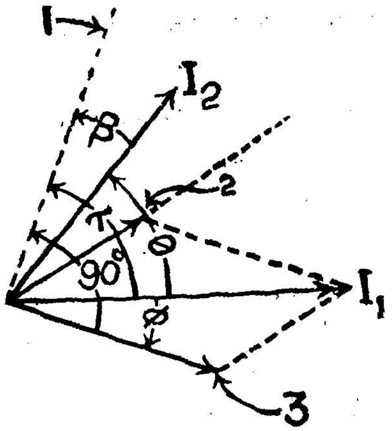
I_1, I_2 : செயற்படுத்தும் மின்னோட்டங்களின் வேர் நிரல் குழிப்பு மதிப்பு $\theta = I_1, I_2$ ஆகியவையால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட, சுழலையை ஊடுருவும் பெருக்குகட்கிடையே உள்ள கோணம்.

ஒரு மின் மாற்றியில் முதன்மைச் சுற்றதரில் உள்ள மின்னோட்டமும், பிரிதின் பெருக்கம் (mutual flux) எப்படித் தறுவாய் ஒன்றித்து இருப்பதில்லையோ, அதுபோல் செயற்படுத்தும் மின்னோட்டம், தன்னால் உண்டாக்கப்பட்ட சுழலி ஊடுருவுப் பெருக்குடன், தறுவாய் ஒன்றித்து (in phase) இருப்பதில்லை. ஆனால், தூண்டல் உருளை மற்றும் இரட்டைத் தூண்டல் கண்ணி வகை போன்ற சில உணர்த்திகளில் செயற்படுத்தும் மின்னோட்டத்தின் கோணமும், அதனால் உண்டாக்கப்பட்ட பெருக்குகளின் கோணமும் ஒன்றாகவே அமையும். இம் மாதிரி சமச்சீர் அமைப்புகட்கு (Symmetrical structures) 4ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள ' ' வை, செயற்படுத்து மின்னோட்டங்கட்கிடையுள்ள தறுவாய்க் கோணம் என்றும் கூறலாம்.

ஆற்றல் அளவி அமைப்பில் செயற்படுத்தும் மின்னோட்டங்கட்கிடையுள்ள தறுவாய்க் கோணம், பெருக்குகட்கிடையேயுள்ள தறுவாய்க் கோணத்தினின்றும் நன்கு வேறுபட்டு நிற்கும். இப்போதைக்குச் சமச்சீர் அமைப்புடன் மட்டுமே தொடர்பு கொள்கிறோமென்று கொண்டு, 4 ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள θ வை செயற்படுத்தும் மின்னோட்டங்களான I_1, I_2 இவற்றிற்கிடையுள்ள கோணமென்றே கொள்வோம்.

இருந்தபோதிலும் θ-வின் மதிப்பு 90° ஆக இல்லாமல், வேறொன்றாக இருக்கும்போது, பெருமத் திருக்கம் அமைவது நன்று. இதற்குச் செயற்படுத்தும் சுருள் ஒன்றினை மின் தடையாலோ, அன்றி கொண்மியாலோ (capacitor) கிளையாக இணைத்து விடலாம். சுருளில் மின்னோட்டங்கள் 90° கோணத் தறுவாயிலியாக இருக்கும்போது தான் இப்போதும் பெருமத் திருக்கம் ஏற்படும். ஆனால், மின்னோட்டத்தைத் தருகின்ற செயற்படுத்தும் தோற்றுவாய்களை நோக்குமிடத்து பெருமத் திருக்கம் 90°

தவிர ஏனைய ஏதேனுமொரு கோணத்திலேயே அமைந்திருப்பதைக் காணலாம்.



மின்னேட்ட-மின்னேட்ட உணர்த்தியின் நெறியப் படம்

1. பெரும நேர்நிலைத் திருக்கத்திற்கு I_2-வின் நிலை (position of I_2 for maximum positive torque)
2. I_1 இன் மின்தடைக் கூறு (Resister component of I_1)
3. I_1 இன் சுருள் கூறு (coil component of I_1)

படம் 2·10.

படத்தில் I சுருளில் மின்தடை கிளையாக இணைக்கப்பட்ட பின்னர் உள்ள நெறிய (vector)த் தொடர்புகளைக் காட்டுகிறது. கிளையாகவுள்ள மின்தடை, சுருள் இவற்றிற்கு தோற்றுவாயினின்று அளிக்கப்பட்ட மொத்த மின்னேட்டமே I முன் செல்லும் I_1 விற்கும் பின் செல்லும் I_1-க்கும் இடை உள்ள கோணம் θ வை நேர் நிலை என்று கொள்வோமானுல், சுருளின் மின்னேட்டக் கூறு I_1-ஐப் பிந்தும் கோணம் φ எதிர் நிலையாகும். அதனுல் திருக்கச் சமன்பாடு,

$$T = K_1 I I_1 \sin(\theta - \phi) - K_2 \text{ என்றுகிறது.} \quad ...(5)$$

காட்டாக, θ = 45° என்றும், φ = — 30 என்றும் கொண்டால்,
$T = K I I_2 \sin 75 - K_2$ என்று அமையும்

படம் 2.10-ல் கோணம் τ பெருமத் திருக்கக் கோணம் என்றழைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், அந்த மதிப்புப் பெறும் போதுதான் நேர்நிலை பெருமத் திருக்கம் ஏற்படுகிறது. திசைப் பணிப்பு உணர்த்திகளின் இயல்புபற்றிக் குறிப்பிடும்போது, φ-ஐ விட 'τ'-வைத்தான் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இவ்விரண்டு கோணங்களும் தம்முள் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இரண்டையும் கூட்டும்போது சமச்சீர் அமைப்பில் 90° வரும். φ-க்குப் பதிலாக 'τ'-வை வகுதிநிலை எண்ணைய் (design constant) திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகட்குக் கொள்வோமானுல், திருக்கச் சமன்பாட்டினைச் சமச்சீரமைப்பு, அவ்வமைப்பல்லாதது ஆகிய வற்றிற்குப் பொதுவாகக் கீழ்க்காணுமாறு அமைக்கலாம்.

$$\tau = K\ I_1\ I_2 \cos(\theta - \tau) - K_2$$ அல்லது

$$T = K\ I_1\ I_2 \cos\beta - K_2$$

$\beta = I_1$-விற்கும் பெருமத் திருக்க நிலையில் I_2-விற்கும் இடையுள்ள கோணம்.

$= (\theta - \tau)$

(2) மின்னோட்ட — மின்னழுத்த உணர்த்திகள்

மின்னோட்ட — மின்னழுத்த உணர்த்தி, ஒரு செயற்படுத்தும் பொருளை ஒரு மின்னோட்ட மாற்றியினின்றும், மற்றொரு செயற்படுத்தும் பொருளை ஒரு மின் அழுத்த மாற்றியினின்றும் பெறுகிறது. இவ்விரண்டு சுருளிலும் உள்ள மின்னோட்டங்கட்கு 5ஆம் சமன்பாடு ஏறக்குறையச் சரியாக அமையும். இருந்த போதிலும் செயற்படுத்தும் பொருளின் அடிப்படையில் திருக்கம்.

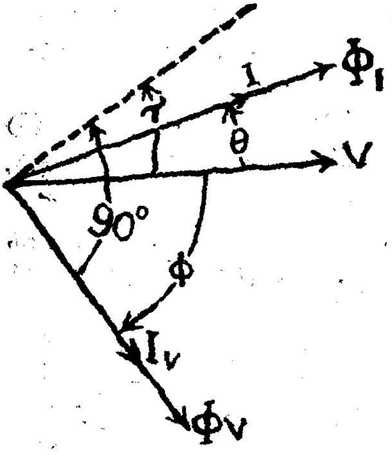
$T = K_1 VI \cos(\theta - \tau) - K$ என்றாகும். ... (6)

V = மின்னழுத்தச் சுருள் சுற்றதருக்குச் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின் வே.நி.கு. அளவு.

I = மின்னோட்டச் சுருளின் வே.நி.கு மின்னோட்ட அளவு.

θ = I, V இவற்றிற்கிடையுள்ள கோணம்

τ = பெருமத் திருக்கக் கோணம்.



படம் 2·11

மின்னோட்ட-மின்னழுத்த உணர்த்தியின் நெறியப் படம்

I, V இவற்றிடையே எவ்வித தொடர்புக்கு θ வை நேர்நிலை என்று கொள்வோமோ, அதே தொடர்புக்கு, τ-வையும் நேர்நிலை என்றே கொள்ளவேண்டும்.

பல மின்னழுத்த சுருள்களுக்கு, ϕ கோணத்தின் அளவு 60° — 70° பிந்தியிருக்கும். ஆகவே, τ மின்னழுத்தச் சுருளுடன் எவ்வித மதிப்பும் தொடர் இணைப்பாக இல்லாதிருந்தால் 20°—30° முந்தியிருக்கும் மின்தடை, கொண்மி இவற்றின் கூட்டை மின்னழுத்தச் சுருளில் தொடரிணைப்பாக இருக்கும்படி அமைத்

தால், செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கும் (Applied voltage Iv க்கும் உள்ள கோணத்தை, Iv-ன் அளவை மாற்றுமல் V-யுடன் பிந்தும்படியோ, முந்தும்படியோ மாற்றலாம். மின்தடை மட்டுமே கொண்டு, ϕ கோணத்தை ஓரளவுக்கு மாற்றலாம். ஆனால் Iv ன் அளவு மாறும். அதனால் தொடு மின்னோட்டம் அதிகமாகும். ஆகவே, பெருமத் திருக்கக் கோணத்தை நாம் தேவைக்கேற்ப மாற்றிக்கொள்ளலாம். 6ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள V என்பது மின்னழுத்தச் சுருள் சுற்றதர்க்குச் செலுத்தப் படும் மின்னழுத்தம் என்பதை நினைவிற் கொள்ளவேண்டும். வேறு ஒரு மறிப்பும் தொடர் இணைப்பாக இல்லையென்றால், அதுவே, மின்னழுத்தச் சுருளின் அழுத்தமும் ஆகும்.

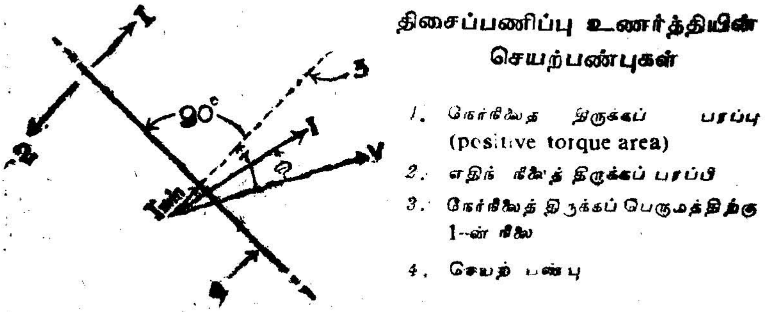
மின்னழுத்த — மின்னழுத்த உணர்த்தி

இதுபற்றித் தனியாகக் கூறவேண்டியதில்லை. ஏனெனில், ஏற்கெனவே விளக்கப்பட்ட கோட்பாடுகளே இதற்கும் பொருந்தும்.

திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியின் செயற்பண்புகள்

மின்னோட்ட — மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திக்கு 6ஆம் சமன்பாட்டில் கூறப்பட்ட திருக்கத் தொடர்பினை எடுத்துக்கொள்வோம். சமநிலையில், உணர்த்தி இயங்கத் தொடங்கும்போது நிகரத் திருக்கம் = 0. ஆகவே,

$$VI \cos(\theta - \tau) = \frac{K_2}{K} = \text{நிலை எண்.}$$



படம் 2·12

இதன் செயற் பண்புகள் படம் 2·12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன இவ்வகை உணர்த்திகட்கு மின்னழுத்தமாக அமைகின்ற முனைமை

யாக்கும் பொருள் (polarising quantity) அடிப்படைக் குறிப்பாக (reference) இப்படத்தில் காட்டப்படுகிறது. இதனுடைய அளவும் நிலையானதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனுடைய செயற் பண்பு மூலத்தினின்று இடம் பெயர்ந்தும் (offset from the origin) மின்னோட்டத்தின் நேர்நிலைப் பெருமத் திருக்க நிலைக்குச் செங்குத்தாகவும் அமைகிறது. V நிலையானது என்று கருதப்பட்டதால் பெற்ற I cos $(\theta - \tau)$ நிலை எண் என்ற சமன்பாட்டால் இவ் வியல்புக்கோடு வரையப்பட்டுள்ளது. இக் கோடு, நிகர நேர்நிலை, எதிர் நிலைத் திருக்கத் தோற்றத்திற்கிடையில் சென்று,இரண்டையும் பிரித்து நிற்கிறது. எந்தவொரு மின்னோட்ட நெறியத்தின் தொடக்கமும் நேர்நிலைத் திருக்கப் பரப்பில் அமைந்தால், அது உணர்த்தியைத் தொடவைக்கிறது. மாறாக, எதிர் நிலைத் திருக்கப் பரப்பில் (negative torque area) அமையுமானால் உணர்த்தியைத் தொடவைக்காது ; அல்லது மீள் நிலைப்பு (reset)க் கொள்ளுமாறு செய்யும்.

அடிப்படைக் குறிப்பு மின்னழுத்தத்தின் பல்வேறு அளவிற்கு, செயற் பண்புக்கோடு படத்திற் காட்டப்பட்ட கோட்டிற்கு இணைகோடாக அமைந்து, கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டைப் பெறும்.

VI_{min} = நிலை எண்.

I_{min} = இயக்கும் இயல்பில் முடிவுறும் எல்லா மின்னோட்ட நெறியங்களின் குறைந்த அளவு.

உண்மையில் தொடு மின்னோட்டம் இதனினும் சற்று மிகுந்திருந்தாலும்கூட, இதனைக் "குறைந்த அளவு தொடு மின்னோட்டம்" என்றே கூறப்படுகிறது. அடிப்படைக் குறிப்பு மின்னழுத்தத்தின் ஒவ்வோர் அளவுக்கும் ஒன்றாக, ஏராளமான செயற் பண்புகளை வரையலாம்.

மின்னோட்ட — மின்னோட்ட, மின்னழுத்த — மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகட்கும் செயற் பண்புகளை இவ்வாறே வரையலாம்.

தலைகீழ் நேர இயல்பு பெறவேண்டின் வட்டத் தகடு வகை உணர்த்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெகு விரைவு இயக்கத்திற்குக் கிண்ண வகைகள் அல்லது கண்ணி வகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நேர நீட்சி தேவைப்பட்டால், திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியுடன் வேறோர் உணர்த்தி அமைக்கப்படுகிறது.

காப்பமைப்பு இயக்கத்திற்குத் தேவையான எல்லா அடிப்படைகளையும் கண்டோம். இனிமேல் காணப்போகும் உணர்த்திகள், இதுவரை கண்ட உணர்த்திகளின் கூட்டமைப்பே யாகும். இங்கே, அனைத்திற்கும் பொதுவானதாக அமையும்படி, திருக்கச் சமன்பாடு ஒன்றினைக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்;

$$T = K_1 I^2 + K_2 V^2 + K_3 VI \cos(\ - \tau) + K_4$$

தேவையானபடி, நிலை எண்களுக்கு நேர்நிலை அல்லது எதிர் நிலைக் குறியீடுகளை இட்டும், மற்றவைகட்குச் சுழியிட்டும் சில இடங்களில் சிலவற்றைச் சேர்த்தும் காப்பமைப்பின் எல்லா வகையான உணர்த்திகட்கும் இச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு செயற் பண்புகளை உரைக்கலாம்.

3. மின்னோட்ட, மின் அழுத்த, திசைப் பணிப்பு மின்னோட்ட (அல்லது மின்னழுத்த) சமநிலை மற்றும் வேற்றுமை உணர்த்திகள்

(CURRENT, VOLTAGE, DIRECTIONAL CURRENT (or voltage) BALANCE AND DIFFERENTIAL RELAYS)

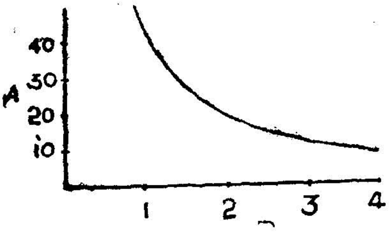
முன்னைய அதிகாரத்தில், அடிப்படை உணர்த்தி உறுப்புகளின் செயற்கோட்பாடுகளைப்பற்றியும், இயல்புகளைப்பற்றியும் விரிவாக அறிந்தோம். அனைத்துக் காப்புணர்த்தி வகைகளும், ஒரு தொடுமுனைத் தொகுதியைக் கட்டுப்படுத்த இவ்வுணர்த்தியினை நேரடியாகவோ, இவ்வுறுப்புகளில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உறுப்புகளை ஒன்றுசேர்த்து ஒரே அடைப்புக்குள் வைக்கப்பட்டதாகவோ, ஒரே கற்றதரில் சில மின் உள் இணைப்புகள் கொண்டதாகவோ, அல்லது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உறுப்புகளின் திருக்கங்களைக் கூட்டப் பெற்றதாகவோ அமையும்.

மிகை மின்னோட்ட, குறை மின்னோட்ட, உணர்த்திகளும் மிகை மின்னழுத்த, குறை மின்னழுத்த உணர்த்திகளும் : மிகை மின்னோட்ட, குறை மின்னோட்ட, உணர்த்திகளும் மிகை மின்னழுத்த மற்றும் குறை மின்னழுத்த உணர்த்திகளும் இரண்டாம் அதிகாரத்தில் விளக்கப்பட்ட ஒற்றைப் பொருள் மின்காந்த ஈர்ப்பு (அல்லது) தூண்டல் வகையினாலேயே இயங்குகின்றன. உணர்த்தி இயங்க வரையறுக்கப்பட்ட அளவினின்றும் செயற்படுத்தும் பொருள் மிகும்போது, ஒரு 'a' தொடுமுனைத்

தொகுதியைத் தொடவைக்க உணர்த்தி தொடுவதையே 'மிகை' என்ற சொல் குறிக்கிறது. இதுபோல, வரையறுக்கப்பட்ட அளவினின்று செயற்படுத்தும் பொருள் குறையும்போது ஒரு 'b' தொடுமுனைத் தொகுதியைத் தொடவைக்க உணர்த்தி இயங்குவதையே "குறை" என்ற சொல் குறிக்கிறது. நேரடியாகவோ அன்றி மின்னோட்டமாற்றி மூலமோ உணர்த்திக்கு அளிக்கப்பட்ட சுற்றதரில், செயற்படுத்தும் தோற்றுவாய் மின்னோட்டமாக இருப்பதையே "மின்னோட்ட உணர்த்தி" என்கிறோம். இதே போன்று செயற்படுத்தும் தோற்றுவாய் மின்னழுத்தமாக இருக்குமாயின் அதனை 'மின்னழுத்த உணர்த்தி" என்கிறோம். இரண்டாம் அதிகாரத்திற்கு விளக்கப்பட்ட ஒற்றைப் பொருள் வகையினின்று கொள்ளப்படுவதே இவ்வுணர்த்திகளாதலின் இவைகளின் செயற்கோட்பாடுகளைப்பற்றி மீண்டும் கூறவேண்டிய தேவையில்லை.

நேர இயல்புகள் (Time Characteristics)

வெகு-விரைவு உணர்த்தியின் நேர - வளைகோடு ஒன்று படம் 3·1 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



வெகு விரைவு உணர்த்தியின் நேர வளைகோடு

A. நேரம் (மில்லி நொடிகளில்)

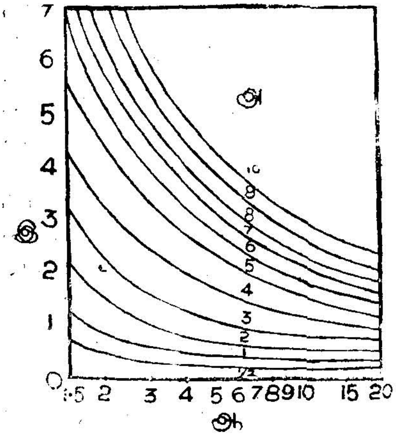
B தொடு அளவின் மடங்கு

படம் 3·1

இது ஒரு தலைகீழ் வளைகோடு (Inverse curve) என்பது குறிப்பிடத் தக்கது. ஆனால் 3 வட்டிப்பு இயக்கத் தொடு அளவிற்குச் சற்று மேலாகவே, இயக்க நேரம் பெறப்படுகிறது. இதனால் இவ்வுணர்த்திகள் வெகு - விரைவு உணர்த்திகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. பெரிதும் நடைமுறையில் உள்ள ஒரு தூண்டல் — வகை உணர்த்தியின் தலைகீழ் நேர வளைகோடுகளின் தொகுதியைப் படம் 2 காட்டுகிறது.

தொடு அளவு மடங்கு அடிப்படையில் (in terms of multiples of pick up value) படம் 3·1, 3·2 ஆகியவை வரையப்பட்டுள்ளன என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும், எனவே யாதொரு அளவிற்கும் இதே வளைகோடுகளைப் பயன்படுத்தலாம். தொடு அளவு, சுருள்

மடைகள்மூலம் சரி செய்கை உள்ளதால் தூண்டல் வகை உணர்த்திகளைக் கொண்டால் மட்டுமே இத்தகைய வளைகோடுகளை



தலைகீழ் நேர வளைவுகள்

அ. நேர-முகப்பளவு அமைவு (Time-dial setting)

ஆ. தொடு அளவில் மடங்கு

இ. நேரம் (நொடியில்)

படம் 3·2

வரைய இயலும். ஏனெனில் தொடு அளவின் ஒவ்வொரு மடையிலும் ஆம்பியர் — சுற்றுகள் சமமாக உள்ளன. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட தொடு அளவு மடங்கில், எந்த மடையைப் பயன் படுத்தினாலும் சுருளின் ஆம்பியர் - சுற்றுகள் அதனால் ஏற்படும் திருக்கம் எல்லாம் ஒன்றே. காற்றிடைவெளி அல்லது தடைச் சுருள்வில் தொடு அளவு சரி செய்கையைப் பயன்படுத்தும்போது, நேர வளைகோட்டின் தோற்றம் தொடு அளவுடன் மாறுபடுகிறது.

செயற்படுத்தும் பொருளின் அளவு, தொடு அளவிற்குச் சற்று மேல் இருந்தால், எந்த உணர்த்தியாக இருந்தாலும் அதன் இயக்கத்தில் நம்பிக்கைவைத்தல் கூடாது. ஏனெனில், நிகர செயற்படுத்தும் விசை மிகவும் குறைவாகவே இருப்பதால், மேற் கொண்டு நிகழும் ஒரு சிறு உராய்வும் இயக்கத்தை நிறுத்தி விடலாம்; அல்லது இயக்கக் காலத்தை நீட்டிவிடலாம்.

உணர்த்தி, தன் தொடுமுனைகளைச் சேரவைத்தாலுங்கூட- தொடுமுனைகளின் மேற்பரப்பு தூய்மையிழந்திருக்குமாயின் அதனால் தொடுமுனை அழுத்தம் மிகவும் குறைந்து, தொடுமுனை களுக்கு இடையே மின்தொடர்பை ஏற்படுத்தாது விட்டுவிடலாம். இது குறிப்பாகத் தலைகீழ் நேர உணர்த்திகளில் நிகழ்வது உண்டு. ஏனெனில், அங்கே தொடுமுனைகள் தொடும்போது அதிக வேகம் (impact) இருப்பதில்லை. ஆகவே, நடைமுறையில், இவ்வுணர்த்தி

களின் இயக்கம் நம்பிக்கையளிப்பதாயிருக்கும்பொருட்டு தொடு அளவைவிட, செயற்படுத்தும் பொருளின் அளவு 1·5 மடங்காய் இருத்தல் வேண்டும். இதனாற்றான், நேர வரைகோடுகளில் சிலவற்றின் தொடு அளவு 1·5 மடங்கிற்குக் கீழே காட்டப் படவில்லை.

கொடுக்கப்பட்ட எந்தவொரு தொடு அளவின் மடங்கிற்கும் நேர சரி செய்கைக்கும் உணர்த்தி, தன் தொடுமுனைகளைத் தொடச் செய்ய எவ்வளவு நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும் என்பதை அறிவதற்கு மட்டுமின்றி, எந்தவொரு நேர இடைவெளியில், தொடுமுனை இணைப்புக் கொள்ளும் நிலையை (contact closed position) நோக்கி உணர்த்தித் தகடு எவ்வளவு தொலைவு நகரும் என்பதையும் அறிய முடிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 5 ஆம் எண்ணுள்ள நேர அளவை முகப்பு (Time dial) அமைவினையும் தொடு அளவின் 3ஆம் மடங்கினையும் பயன்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். உணர்த்தி தொடுமுனைகளைத் தொடச் செய்ய 2·45 நொடிகளை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஆனால், 3ஆம் எண்ணுள்ள நேர அளவை முகப்பு அமைவினைக் கொண்டால் உணர்த்தி, தொடுமுனைகளைத் தொடச் செய்வதற்கு 1·45 நொடிகளையே எடுத்துக்கொள்ளும் என்பதை நாம் காண்கிறோம். அதாவது, 1·45 நொடியில், நேர-முகப்பளவுப் பிரிவில் (division) 3 பங்கிற்கு உண்டான தூரத்திற்கு இந்தத் தகடு நகர்கிறது; அல்லது தொடுமுனைகள் தொடுவதற்கு உள்ள மொத்த தூரத்தில் 3/5 பங்கு தூரம் செல்கிறது.

உணர்த்தி தொடுமா ? தொடுமாயின் செயற்படுத்தும் பொருள் மாறும்போது எவ்வளவு நேரநீட்சி எடுத்துக்கொள்ளும் என்பதை யறிய இந்த ஆய்வு முறை பயன்படுகிறது.

மிகைப் பயணம்(Over-Travel)

செயற்படுத்தும் விசையை விலக்கிவிட்டபோதிலும் அசையும் பகுதிகளில் மடிமையினால் பயணம் இருந்துகொண்டேயிருக்கும். இவ்வியல்பை "மிகைப் பயணம்" (over travel) என்கிறோம். மிகைப் பயணம் எல்லா உணர்த்திகளிலும் இருந்தபோதிலும் நேர-நீட்சி உணர்த்திகளிற்றான், முக்கியமாக, அதுவும் குறிப்பாக நேர-நீட்சி அடிப்படையில் தெரிமை கொள்ளப்படுவதால் தலைகீழ், நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளில்தான் இதன் விளைவினை நன்கு கவனிக்கவேண்டும். ஓர் எடுத்துக்காட்டால் மிகைப் பயணத்தைக் குறிக்கும் அடிப்படைபற்றி விளக்கலாம். ஏதேனும் ஒரு கொடுக்கப்பட்ட சரி செய்கைக்கும், தொடு மதிப்பின்

மடங்கிற்கும் ஓர் உணர்த்தி தொட்டு, அதனுடைய முனைகளைத் தொடச் செய்ய 2 நொடி எடுத்துக்கொள்கிறது என்று கொள்வோம். இப்போது, அதே தொடு மதிப்பு மடங்கைக் கொண்டு 2 நொடிக்குச் சற்றுக் கீழே நேர வெளிகளை மாற்றிச் சில சோதனைகள் செய்வதாகக் கொள்வோம்.

இப்போது நேர இடைவெளி 1·9 நொடிக்கு மேல் எவ்வளவு இருந்தாலும் தொடுமுனைகள் தொடக் காண்கிறோம். இதனால் 'மிகைப் பயணம்' 0.1 நொடி என்று கூறலாம். தொடு மடங்கு அதிகம் ஆக ஆக, மிகைப் பயண நேரமும் மிகும். இருந்த போதிலும், பொதுவாகத் தலைகீழ் நேர உணர்த்திகளைப் பயன் படுத்தும்போது மிகைப்பயணம் சுமார் 0.1 நொடி எனக் கொள்கிறோம்.

மின்னழுத்த உணர்த்தியில் வெப்பத்தாலும் அதிர்வெண்ணாலும் ஏற்படும் விளைவுகட்கு ஈடு செய்தல்

தொடு அளவில் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் குறைப்பதற்காக வெப்பத்தால் ஏற்படும் சுருள் மின் தடை மாற்றத்தின் விளைவுகளைக் குறைக்கச் சுருள் சுற்றதருடன், மின் அழுத்த உணர்த்தியில் ஒரு மின் தடை தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்படுகிறது. அம் மின் தடை, அதிர்வு எண் மாற்றத்தினால் செயற்பண்பில் ஏற்படும் விளைவுகளையும் குறைக்க உதவுகின்றது.

உடன் நிகழ், தலை கீழ் நேர உணர்த்தி இவைகளின் கூட்டு

பல வேளைகளில், உடன் நிகழ் உணர்த்தியும், தலைகீழ் நேர உணர்த்தியும் ஒரே அடைப்பிற்குள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவ்விரு செயற்பண்புகளும் பல நேரங்களில் ஒன்றாகத் தேவைப்படுகின்றன. இவ்விரு உணர்த்திகளும் தனித்தனியாகச் சரி செய்கைகள் கொண்டுள்ளன ; ஆனால், ஒரே பொருளால் செயற்படுத்தப்படுகின்றன. இவைகளில் 'a' தொடு முனைகளை இணை இணைப்பாக இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

நேர் மின் திசைப் பணிப்பு உணர்த்திகள் (D. C. Directional Relays)

இரண்டாம் அதிகாரத்தில் விளக்கப்பட்ட மின்காந்த ஈர்ப்பு வகைகளை ஒட்டியே இவ்வுணர்த்திகள் செயல்படுகின்றன. இவைகளின் வகைகள், திறமைகள் ஆகியன வருமாறு :

மின்னோட்டத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி

மின்னோட்டத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி 2ஆம் அதிகாரத்தில் விளக்கப்பட்ட அடிப்படை வகையையே முழுதும் ஒத்துள்ளது.

இது நேர் மின் திறன் சுற்றதர்களின் காப்பமைப்புக்குப் பயன் படுகிறது.

இதனுடைய மின்னகம், மின்னோட்டத்தின் திசைக்கு மறுதலிப்புச் செய்ய, சுற்றதருடன் நேரடியாகத் தொடர் இணைப்பாகவோ அல்லது சுற்றதரின் ஒரு கிளையுடன் தொடரிணைப் பாகவோ (across a shunt in series with the circuit) இணைக்கப் படுகிறது. சுற்றதரின் மின்னழுத்தத்தால் ஆற்றல் படுத்தப்பெறும் (energised) ஒரு புலச் சுருளினுலோ (field coil) அல்லது ஒரு நிலை மின்காந்தத்தாலோ இவ்வுணர்த்திகள் முனைமையுறுகின்றன. சுற்றதரிலுள்ள மின் திறன் அளவால் (watts) இயங்குமாறு உணர்த்தி அளவீடு (calibration) பெற்றிருக்குமானுல், புலச்சுருள் ஒன்று பயன்படுத்தப்படும். சரி செய்கைகள் ஏற்றபடி அளவீடு செய்யப் பெற்றிருப்பின், இவ்வுணர்த்தி, திசைப்பணிப்புடன் இருப்பது மட்டுமின்றி, மிகை மின்னோட்டம் (அல்லது மிகை மின் திறன்) அல்லது குறை மின்னோட்டம் (அல்லது குறை மின் திறன்) இயல்புகளையும் பெற்றிருக்கும்.

மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

மின்னகச் சுருளின் மின்தடை சுற்றின் எண்ணிக்கை, மேலும் முனைமையாக்குந் தோற்றுவாய் இவைகளில் சில மாறுதல்களைத் தவிர மற்றபடி மின்னோட்டத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியும் மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியும் ஒன்றென்றே கூறலாம். இவ்வுணர்த்தி நேர்மின்னுற்றல் சுற்றதர்களில் சுற்றதரின் குறுக்கேயோ, அல்லது சுற்றதரின் குறுக்கே சில பகுதிகளிலோ உள்ள மின் அழுத்தத்தின் சில முனைமைகட்கு மறுதலிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுற்றதர் மின்னழுத்த முனைமையின் எதிர்த்திசை மாற்றத்திற்கு மறுதலிப்புச் செய்வதற் காக இவ்வுணர்த்தி அமைக்கப்பட்டிருக்குமேயாயின், இது ஒரு நிலைக்காந்தத்தால் முனைமையுறுத்தப்படுகின்றது.

பிரிந்த நிலையில் (Open position) மின்னழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட முனைமை பெற்றிருந்தால்மட்டுமே சுற்றதர்ப் பிரிப்பி தன் இணைப்பையேற்படுத்துமாறு, இவ்வுணர்த்தி சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டிருந்தால், இது “வேற்றுமை உணர்த்தி” (Differential Relay) என்றழைக்கப்பெறும். ஏனெனில், ஏற்கெனவே உறுதிப்படுத்தப்பட்ட, சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் இரு புறமும் உள்ள சுற்றதர் மின்னழுத்தங்களின் அளவின் வேறுபாட்டிற்கு மட்டுமே இது மறுதலிப்புச் செய்கிறது.

மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் கொண்ட திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் கொண்ட திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் இரு மின்னகச் சுருள்களைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வகை உணர்த்திகள், காட்டாக, மின்னூக்கி இயக்கியாக மாறிவிடாதவகையில், மின்னூக்கி மற்றொரு மின்னழுத்தத் தோற்றுவாயுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்வாய்க்கட்டை (Bus bar) இவற்றிற்கிடையே உள்ள சுற்றதரில், சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் இணைப்பையோ, பிரிப்பையோ கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. மின்வாய்க்கட்டையின் மின்னழுத்தத்தைவிட மின்னூக்கியின் மின்னழுத்தம் சற்றேனும் மிகுந்த நிலையில் இருக்கும்போது மட்டுமே சுற்றதர்ப் பிரிப்பி இணைப்பை ஏற்படுத்துமாறு உணர்த்தி தொடும் வகையில் மின்னழுத்த மின்னகச் சுருள் பிரிப்பியின் குறுக்கே இணைக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னோட்டம் மின்வாய்க் கட்டையிலிருந்து மின்னூக்கிக்குச் செல்லத் தொடங்கும்போது, பிரிப்பி திறக்க உணர்த்தி இயங்குமாறு, மின்னோட்ட மின்னகச் சுருள் சுற்றதருடன் தொடராகவோ, அல்லது ஒரு கிளையின் குறுக்காகவோ (Across a shunt) இணைக்கப் படுகிறது.

மின்னழுத்தச் சமநிலை - திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

மின்னகத்தைச் சுற்றி இரு மின்னழுத்தச் சுருள்கள் அமையப் பெற்ற உணர்த்தியைச் சமநிலையற்ற (Unbalanced) மின்னழுத்த விளைவினின்றும் முக்கம்பி நேர்மின் சுற்றதரைக் காக்கப் பயன் படுத்தலாம். இவ்விரு மின்னழுத்தச் சுருள்களையும் தத்தம் காந்த இயக்குவிசைகள் ஒன்றோடொன்று எதிர்த்திசையில் இருக்குமாறு இணைக்கவேண்டும். இவ்வகை உணர்த்தி ஈரெறி தொடு முனை களையும் மின்னகத்தில் இருபுற அசைவிற்கும் ஏற்றவாறு அளவீடு தர, இரு தடைச் சுருள்வில்களையும் கொண்டுள்ளது. ஒரு மின்னழுத்தம் மற்றொன்றைக் குறிப்பிட்ட அளவினும் மிஞ்சும் போது, மின்னகம் ஒரு புறம் நகர்ந்து, ஒரு தொகுதித் தொடு முனைகளை இணைக்கிறது ; மற்றொன்றின் மின்னழுத்தம் மிஞ்சும் போது, மின்னகம் அடுத்த தொகுதித் தொடு முனைகளை (set of contacts) இணைக்கிறது.

முன்னர்க் கூறிய ஒற்றைச் சுருள் வகைக்குப் பதிலாக, இவ்வுணர்த்தியை ஒரு சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் இருபுறமுள்ள சுற்றதர் மின்னழுத்தங்களின் வேறுபாட்டிற்கு மறுதலிக்கும் படியாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

மின்னோட்டச் சமநிலை—திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

இரு மின்னோட்டச் சுருள்களை மின்னகத்தைச் சுற்றிலுமாக அமைப்பது தவிர மற்றபடி மின்னழுத்தச் சமநிலை வகை உணர்த்தி போலவே இதனையும் ஒரு முக்கம்பி நேர்மின் சுற்றதரின் மின்னோட்டச் சமநிலைக் காப்பாகவும் அல்லது இரு வேறு சுற்றதர்களின் மின் சுமைகளை ஒப்பிடவும் பயன்படுத்தலாம்.

வெற்றிடக் குழலுக்கு (Vaccum tube) (அ) திருத்தப் பெற்ற (Rectified) அலை மின் சுற்றதர்கட்குத் திசைப் பணிப்பு உணர்த்திகள்

மேற் கூறப்பட்ட மின்னழுத்த உணர்த்திகளான ஒற்றைச் சுருள், இரு சுருள் வகைகள் இரண்டினையுமே, வெற்றிடக் குழல் எடுப்பிற்கோ (Output) அன்றித் திருத்தப்பட்ட அலைமின் சுற்றதர்க்கோ மறுதலிப்புச் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வுணர்த்திகள் முனைமையுற்ற உணர்த்திகள் என்று அழைக்கப் படுகின்றன. 'திசைப் பணிப்பு' என்னும் சொல் இங்கு பொருள் பெறுவதில்லை ; ஏனெனில், செயற்படுத்தும் பொருள் எப்போதும் ஒரே திசையில்தான் இயங்கும். இத் திசைப் பணிப்பு வகை உணர்த்தியை இங்கு பயன்படுத்துவது அதன் உயரிய கூர் உணர்வை ஒட்டியே யாகும். இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் உணர்த்திகளை முனைமையுறச் செய்ய ஒரு நிலைக் காந்தத்தையோ அல்லது நிலைய மின்கலன் போன்ற நேர்மின் தோற்றுவாயையோ கொள்ளலாம்.

முனைமையுறுத்து காந்தம், புலச்சுருள் இவற்றின் ஒப்புமை

நிலைக் காந்தத்தைத் தவிர வேறோர் ஏற்ற முனைமையாக்குந் தோற்றுவாய் இல்லையென்றால் பொதுவாகப் புலச் சுருளையைக் கொள்வதுண்டு. உணர்த்தி, திறனுக்கு (watts) மறுதலிக்க வேண்டுமாயின் புலச்சுருள் தேவைப்படுகிறது என்பது முன்னமே சொல்லப்பட்டது. தொடர் மின்தடை, முனைமைப்படுத்து காந்த இயக்கு விசையை (Magneto motive force) மாற்றுவதற்குப் பயன் படுத்தப்படுவதால், சுருள், சரி செய்கைகட்கு மிகவும் இணங்கக் கூடியதாயுள்ளது.

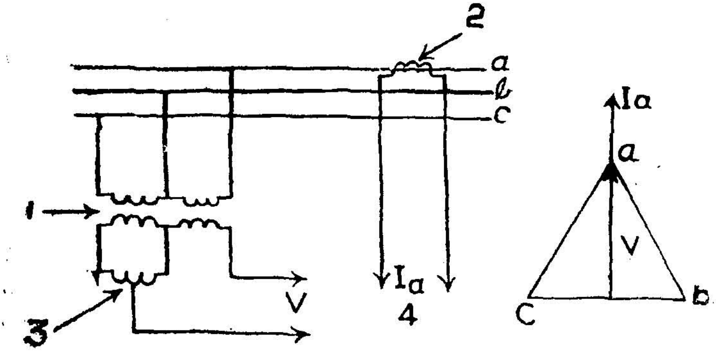
அலை மின் திசைப் பணிப்பு உணர்த்திகள்

மின்னோட்டத்திற்கும் முனைமையாக்கும் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட தறுவாய்க் கோணத்தின் வேறுபாடுகளை அறிந்து, அலைமின் சுற்றதரில் உள்ள மின்னோட்டம் எத்திசையில் செல்கிறது என்பதை அறிந்து உணர்த்துவது அலை மின்

உணர்த்திகள் என்பதை இரண்டாம் அதிகாரத்தில் கண்டோம். இனி, எத்திசையில் மின்னோட்டம் செல்கிறது என்பதைப் பிரித்து உணரும் திறமை, முனைமைப்படுத்தும் பொருள் மற்றும் பெருமத் திருக்கக் கோணம் இவைகளினாலேயே பெறப்படுகிறது என்பதை இங்குக் காண்போம்.

திறன் உணர்த்திகள்

திறனுக்கு மறுதலிக்கும் உணர்த்திகள், பொதுவாகக் குறுக்குச் சுற்றதர் தவிர ஏனையவற்றிற்குக் காப்பமைப்பாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இத்தகைய உணர்த்திகள் அச் சுற்றதரின் மின்னழுத்தத்தால் முனைமையாக்கப்படுகின்றன. அச் சுற்றதர் ஒருமைத் திறன் கெழு (Unity power factor) உள்ள மின் சுமையைச் செலுத்தும்போது, உணர்த்தியில் பெருமத் திருக்கம் அமையும்படி மின்னோட்ட இணைப்புகள், உணர்த்தியின் இயல்புகள் ஆகியன தேர்ந்தமைக்கப்படுகின்றது. இவ்வுணர்த்தி இப்போது சுற்றதருள் திறன் ஒருபுறம் செல்லும்போது தொட்டும், திறன் எதிர்ப்புறம் செல்லும்போது மீள் அமைவுற்றும் செயலாற்றும்.



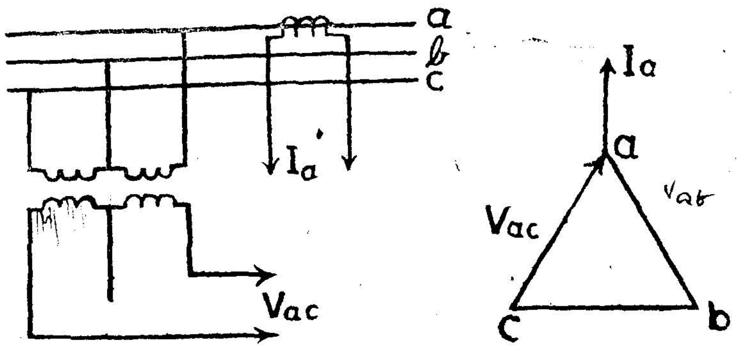
படம் 3·3

திறன் உணர்த்தி (Power Relay) இணைப்புகள்

1. மின்னழுத்த மாற்றி 2. மின்னோட்ட மாற்றி.
3. துணை ஒற்றைச் சுருளை மின்மாற்றி (Auxiliary auto Transformer)
4. திறன் உணர்த்திக்கு

ஒற்றைத் தறுவாய்ச் சுற்றதரில் இவ்வுணர்த்தி அமைக்கப்பட நேர்ந்தால், உணர்த்தியின் மின்னோட்டமும் மின்னழுத்தமும் தறுவாய் ஒன்றி இருக்கும்போது, பெருமத் திருக்கம் கிடைக்கும்படி, திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின் சுமை சரியாக சமநிலைப் படுத்தப்பட்டிருந்தால், முத்தறுவாய்ச் சுற்ற-

தரிலும் இவ்வுணர்த்தியைப் பயன்படுத்தலாம். இச் சமயத்தில் முனைமைப்படுத்து மின்னழுத்தம், ஒருமைத்திறன் கெழு மின் சுமையில் முத்தறுவாயின் ஏதேனுமொரு மின்னோட்டத்துடன் தறுவாய் ஒன்றி இருக்கவேண்டும். (தறுவாய் என்றே சுருக்கமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. தறுவாய்க் கம்பி என்பதே உரிய சொல்லாட்சி. அத்தகைய தறுவாயொன்றும் (In phase) மின்னழுத்தம் தறுவாய்-நடுநிலை (Phase to Neutral) மின்னழுத்தம் கிடைக்கும்போதுதான் பெறப்படும். அற்றேல் படம் 3·3-ல் உள்ளவாறு அமைக்கப்படும் இணைப்பு, ஏற்ற முனைமைப்படுத்தும் மின்னழுத்தத்தையளிக்கும் ;



படம் 3·4

திறன் உணர்த்தியின் இணைப்புகள்

அல்லது மின்னழுத்தத்தைவிட 30° மின்னோட்டம் முன்செல்லும் போது பெருமத் திருக்கம் உள்ள உணர்த்தியைப் படம் 3·4-ல் உள்ளவாறு V_{ac}, I_a ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி இணைக்கலாம்.

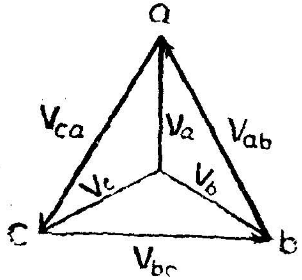
படம் 3·4-ல் உள்ள மின்னழுத்தங்களைக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$V_{ab} = V_a - V_b$$
$$V_{bc} = V_b - V_c$$
$$V_{ca} = V_c - V_a$$

மேலும் இதிலிருந்து,

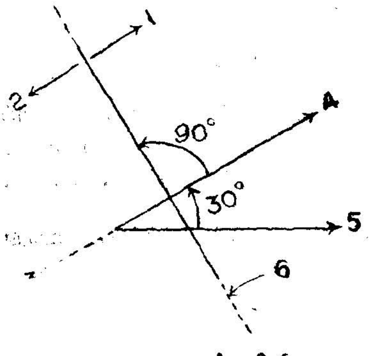
$$V_{ba} = -V_{ab} = V_b - V_a$$
$$V_{cb} = -V_{bc} = V_c - V_b$$
$$V_{ac} = -V_{ca} = V_a - V_c$$ என்றும் பெறப்படும்.

மூத்தறுவாய்ச் சுற்றதரில் மின் சுமை சமனிலாதிருந்தால், ஒற்றைத் தறுவாய் உணர்த்தி போதுமானதாகாது. இத்துடன் மிகக் குறைந்த அளவு தொடு மின்னேட்டம் தேவைப்படும் போது பல்தறுவாய் (poly phase) உணர்த்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் ஒற்றைத் தறுவாய் உணர்த்தி ஊறுப்புகள் மூன்று அமைந்து, இதனுடைய திருக்கங்கள் எல்லாம் சேர்ந்து, ஒரு தொடுமுனைத் தொகுதியினைக் கட்டுப்படுத்துமாறு அமைக்கின்றனர். இவ்வுணர்த்தியின் செயற்படுத்தும்பொருள் பெரும்பாலும் கீழ்க்காணுமவற்றுள் ஏதேனும் ஒரு பொருத்தத்தினைப் (combination) பெற்றுச் செயலாற்றும்.



படம் 3·5
மூத்தறுவாய் நெறியப் படம்

உறுப்பு எண்	மின்னழுத்தம்	மின்னேட்டம்
1.	V_{ac}	I_{a}
2.	V_{cb}	I_c
3.	V_{ba}	I_b



படம் 3·6

திறன் உணர்த்தி செயற்படும் இயல்பு

1. நேர் நிலைத் திருக்கம், 2. எதிர் நிலைத் திருக்கம், 3. ஒருமைத் திறன்கெழு மின்னோட்டம் மற்றொரு திசையில் (Unity P. F. Current in other direction), 4. ஒருமைத்திறன் கெழுமின்னோட்டம் ஒரு திசையில் 5. முனைமைப்படுத்தும் மின்னழுத்தம் 6. செயற் பண்பு.

எப்படியாயினும், ஒரு திறன் உணர்த்தி, திறன் செல்லும் திசையை உணர்ந்து, நேர்நிலை அல்லது தொடு அளவுத் திருக்கத்தை ஒரு திசைக்கும், எதிர்நிலை (அல்லது விடு) அளவுத் திருக்கத்தை மற்றொரு திசைக்கும் உண்டாக்கித் திறன் எத்திசையில் செல்கிறது என்பதைக் கண்டறிந்து இயக்கத்தை நிறைவேற்றுகிறது.

படம் 3·4-ல் காட்டியபடி இணைக்கப்பட்ட ஓர் உணர்த்திக்கு மின் திறனின் போக்குத் திரும்பும்போது மின்னோட்டத்தில் ஒருமைத் திறன் கெழுப் பகுதிக் கூறும் திரு புகிறது என்பதைப் படம் 3·6 காட்டுகிறது.

திறன் உணர்த்திகள், பொதுவாக, ஏறத்தாழ சமமுத்தறுவாய் நிலையிலும், இயல்பான மின்னழுத்த அளவு உள்ள நிலையிலும். மின்னோட்டத் திசைக்கு மறுதலிக்குமாறு பயன்படுத்தப்படு கின்றன.

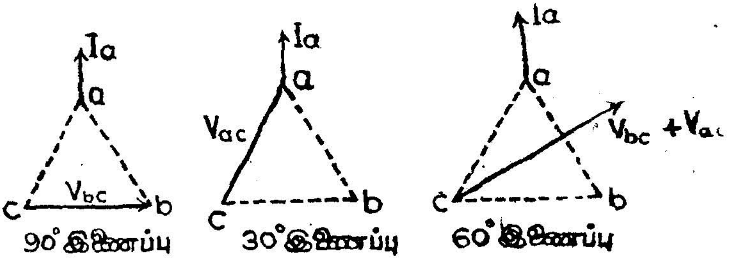
குறைந்த அளவுத் தொடு மின்னோட்டத்திற்குச் சரி செய்கைகள் கொண்ட திறன் உணர்த்திகள் உள்ளன. அறுதி அளவு மின்னழுத்தத்தில், குறைந்த அளவுத் தொடு மின்னோட்டத்தாலோ அல்லது குறைந்த அளவுத் தொடுதிறனாலோ அளவீடு செய்யப் படுகின்றன. ஆகவே, ஒரு திசையில் செலுத்தப்பெறும் எவ்வளவு அளவுடைய திறனுக்கும் உணர்த்திகளை மறுதலிக்கும்படி சரி செய்யலாம். இதன் விளைவை நோக்கினால், இவ்வுணர்த்திகள் கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில்லும், அளவை முகப்புப் பகுதிக்குப் பதிலாகத் தொடு முனைகளும் கொண்ட ஓர் அளவியே என்பதை அறியலாம். சில உணர்த்திகள் உண்மையாகவே ஆற்றல் அளவியின் (watt hour meter) பாகங்களைக் கொண்டே செய்யப் பட்டுள்ளன.

திறன் உணர்த்திகள். கண நேரமே (Momentary) இருக்கும் திறன் திருப்பங்களின் போதெல்லாம் இயங்காதிருக்க வழக்கமாக காலநீட்சி இயல்பு உடையன. இந்தக் காலநீட்சி ஓர் உணர்த்தியின் இயல்பான தலைகீழ்-நேர இயல்பாலோ அல்லது உடன் சேர்க்கப்பட்ட காலநீட்சி உணர்த்திகளினாலோ இருக்கலாம்.

குறுக்குச் சுற்றதர்க் காப்புக்குத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள்

குறுக்குச் சுற்றதர்களினால் உண்டாகும் மின்னோட்டங்கள் அவைகளின் ஒருமைத் திறன் கெழு நிலைகளிலிருந்து மிகவும் அதிகமான கோணங்களில் பின்தங்கி இருப்பதால் குறுக்குச் சுற்றதர்க்கான திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகளின் பெருமத் திருக்கமும் அவ்வாறு பின்தங்கு நிலையிலேயே பெறுமாறு அமைப்பது சிறந்தது. தேவையானபடி பெருமத் திருக்கம் பெறுவது எப்படி என்பது இரண்டாம் அதிகாரத்தில் விளக்கப் பட்டது ஒற்றைத் தறுவாய்ச் சுற்றதர்கட்கு இதனைப் பெறுதல் மிக எளிது. இதே முறையை முத்தறுவாய்ச் சுற்றதர்கட்கும்

பயன்படுத்தலாம். இதற்கு ஏராளமாக விடைகாணும் முறைகள் உள்ளன; இருந்தபோதிலும் எல்லாமே சரியானவை என்று கொள்ளமுடியாது. திறன் உணர்த்திகளில் உள்ளதைவிட இதில் உள்ள சிக்கல் வேறு தன்மையானவை. திறன் உணர்த்திகளில் சற்றேறக்குறைய சமமுத்தறுவாய் நிலையினைக் கொள்கிறோம்; முனைமையாக்கு மின்னழுத்தம் ஏறத்தாழ இயல்பான அளவிலேயே நிலை நிறுத்தப்படுகிறது ஒருமைத்திறன் கெழுச்சுமை மின்னோட்டத்தில் பெருமத் திருக்கம் பெற வேறு வகையிருப்பினும், வேலைசெய்யும் தன்மையையொட்டி, அது ஏற்றுக் கொள்ளப் படுகிறது. முத்தறுவாய்க் குறுக்குச் சுற்றதர்கட்கு மட்டுமே விடைகாண வேண்டும் என்றால் கொடுக்கப்பட்ட கோணத்திலே பெருமத் திருக்கம் என்ன என்பதைக் கண்டுபிடிக்க உள்ள பல வழிகளிலே ஏதேனுமொன்றைக் கொள்ளலாம். ஆனால், சம நிலையிலாக் குறுக்குச் சுற்றதர்களுக்கு (தறுவாய்-தறுவாய், தறுவாய்-தரை இரு தறுவாய்-தரை) சரியானபடி திசை வேறுபடுத்திக் காட்டக்கூடிய இணைப்புகளை அடைவது மிகவும் கடினமாய் உள்ளது. தறுவாய் உணர்த்திகட்கு வழக்காற்றில் பயன்படுத்துப்படுகின்ற மின்னோட்ட மின் அழுத்தப் பொருத்தங்கள் மூன்றினையும் படம் 3·7-ல் விளக்கியுள்ளோம்.



படம் 3·7

திசைப்பணிப்புத் தறுவாய் உணர்த்திகள்

இதில் காட்டப்பட்டுள்ள பொருள்கள், மூன்று ஒற்றைத்-தறுவாய் உணர்த்திகளில் ஒன்றிற்கோ அல்லது ஒரு பல்தறுவாய் உணர்த்தியின் ஓர் உறுப்பிற்கோ ஆகும். மற்றிரு உணர்த்திகள் (அ) மற்றிரு உறுப்புகள் முறையே மற்ற இரு மின்னழுத்த, மின்னோட்டப் பொருத்தங்களைப் பெறும்.

a, b தறுவாய்களை உள்ளிட்டுக் குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படும் போது, திசைப்பணிப்பு வேற்றுமை உணர்த்தியின் அல்லது

உறுப்பின் தொடர்பினைப் படம் 3·7 காட்டுகிறது. இத்தகைய குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு மற்றிரு உணர்த்திகளின் ஒன்று மட்டுமோ அல்லது இரண்டுமோ திருக்கத்தை உண்டாக்கும். மற்ற இரண்டு உணர்த்திகளுள் ஒன்று தொடுமுனைகளை இணைக்கச் செய்யும் திருக்கத்தை உண்டாக்குமாயின், தேவையற்ற திறப்புக்கள் ஏற்படக்கூடும். இதனைத் தவிர்க்கவும், தேவையானபோது மட்டுமே பிரிப்பு உறுதியாய் நிகழவும் பல்வேறு வகையாய்க் கிடைக்கக் கூடிய இணைப்புகளில் படத்திற் காட்டப்பட்ட மூன்று மட்டுமே கொள்ளப்பட்டன. விரும்பத்தகாத இயக்கங்களைத் தடுக்க ஒரு பல் தறுவாய் உணர்த்தியில், 3 உறுப்புகளில் திருக்கங்களைக் கூட்ட வரும் நிகரத் திருக்கம் சரியான திசையில் இருப்பதே இன்றியமையாதது என்பதை நன்கு அறியலாம். தரையுள்ளிட்ட குறுக்குச் சுற்றதர்க்கான திசைப்பணிப்பு உணர்த்திக் காப்பமைப்பிற்குத் தறுவாய் உணர்த்திக்கு உள்ள சிக்கல்கள் போன்றேதுமில்லை. ஒற்றைத் தறுவாய் உணர்த்தி ஒன்று மட்டுமே இதற்குப் போதும். இதில் உணர்த்தி இணைப்பு ஏற்படுத்துபோது எந்தத் தறுவாய் உள்ளிடப்படுகிறது என்பது முக்கியமல்ல; ஏனெனில் உணர்த்தியின் இயக்கத்தைத் தாக்குகின்ற பொருள் ஒரே தறுவாய் உறவைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் ஒரு தரைப்பிழை அல்லாத பிழைகளினால் தாக்குறுவதில்லை. ஏனெனில், மின்னோட்ட மாற்றிகள் சரியாக மின்னோட்டத்தை மாற்றத் தவறினாலல்லது, செயற்படுத்தும் பொருள்கள் இதில் தோன்றுவதில்லை தேவையான பெருமத் திருக்க அளவைப் பெறுவதற்கு ஏற்படுத்தப்பட்ட சில சுற்றதர் ஏற்பாடுகளைத் தவிர, தரைக் காப்பமைப்பின் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியும் தறுவாய்ப் பிழை காப்பமைப்பின் ஓர் ஒற்றைத் தறுவாய்த் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியும் ஒன்றென்றே உரைக்கலாம். இவ்வகை உணர்த்திகள் கால நீட்சியற்றோ கால நீட்சியுற்றோ மின்னோட்டத்தாலோ, மின்னழுத்தத்தாலோ முனைமை பெறக் கூடியதாயும் அல்லது மின்னோட்டம் மின்னழுத்தம் இரண்டினாலும் ஒரே சமயத்தில் முனைமை பெறக் கூடியதாயும் உள்ளன.

குறுக்குச் சுற்றதர் காப்பமைப்பின் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் பொதுவாக. மற்ற உணர்த்திகட்டு ஒரு குறை நிரப்பியாகவே பயன்படுகின்றன. இத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள், ஒரு சில குறிப்பிட்ட திசைகளில் மின்னோட்டம் செல்லும் போது மட்டுமே திறப்பு ஏற்படுத்தக் கூடியனவாயிருக்க, மற்ற உணர்த்திகள்,

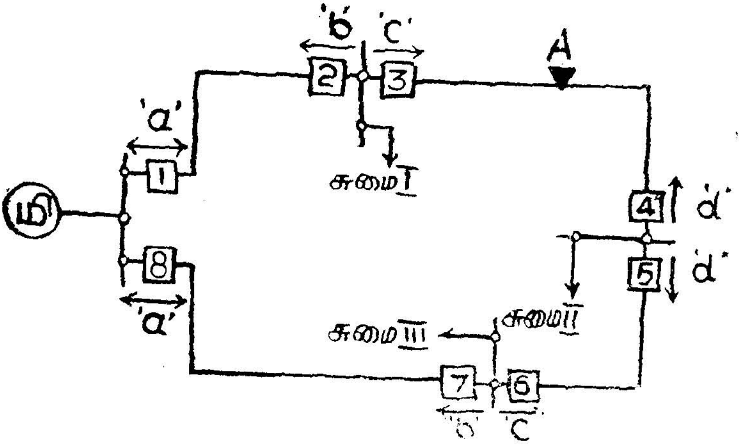
(1) இம் மின்னோட்டம் குறுக்குச் சுற்றதரினால் ஏற்பட்டதுதானா என்பதையும் (2) உணர்த்திகள், அவைகள் தம் சுற்றதர்ப்

பிரிப்பியை இயக்கி பிரிப்பை ஏற்படுத்த வேண்டிய அளவிற்குக் குறுக்குச் சுற்றதர் அண்மையில் உள்ளதா ? என்பதையும் உறுதி செய்கின்றன.

இத்தகைய உணர்த்திகளில் நேர நீட்சியை வேண்டுமென்றே அமைக்கப் பெற்றதல்ல, இவைகளின் தொடு அளவு சரி செய்கை கொண்டதல்ல; இருந்தபோதிலும் இதனுடன் இணைக்கப்பட்ட உணர்த்திகள் இயங்க நேரும்போது இதுவும் இயங்கும் அளவிற்குத் தொடு அளவு நேரம் குறைவானதே. சில திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள், திசைப் பணிப்புடன் மின்பிழை, அதன் இருப்பிடம் இவற்றை அறியும் செயலையும் கொண்டதாக இருக்கும். அவ்வேளையில் தொடு அளவு சரி செய்யக் கூடியதாயும் உடனியங்கு அல்லது தலைகீழ் நேர இயல்பினைக் கொண்டதாயு மிருக்கும்.

திசைப்பணிப்பு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள்

திசைப்பணிப்பு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி என்பது திசைப்பணிப்புப் பகுதியும் (Directional Unit) மிகை மின்னோட்ட



படம் 3.8

தெரிமை பெற படிமுறை நேர அமைவு செய்தல்

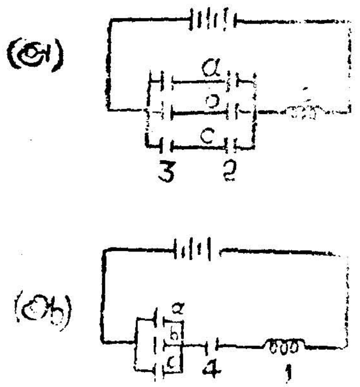
மி : மின்னாக்கி

'a' :	1·6 நொடி,	'c' :	1·1 நொடி,
'b' :	0·1 நொடி	'd' :	0·6 நொடி

உணர்த்திப் பகுதியும் (Over Current Unit) ஒரே அடைப்பிற்குள் அமைந்ததாய் இருப்பதே. திசைப் பணிப்பு உணர்த்தியுடன்

தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி அல்லது உடனியங்கு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி இவற்றின் ஏதேனும் பொருத்த முள்ள உணர்த்தி தறுவாய் (அ) தரைப்பிழைக் காப்பமைப்பிற்கு உள்ளது. திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி செயல்படும் விதத்தை ஓர் எடுத்துக் காட்டினால் அறியலாம். மிகை மின்னோட்டத் திசைப் பணிப்பு உணர்த்தி ஒரு சுற்றதரில் செயல்படும் விதத்தைக் காண்போம். திசைப்பணிப்பு உறுப்புகள், படிமுறை (Graded) நேர அமைவுகளைக் கொண்ட மிகை மின்னோட்ட உறுப்புகள் ஆகியவை கொண்டு தெரிமை பெறப்படுகின்றன.

படம் 3·9, காண்க; A என்னும் இடத்தில் பிழை ஏற்படுவ தாகக் கொள்வோம். பிழைக்கு மின்னோட்டம் இருவழிகளிற் செல்லும். 1, 2, 3, பிரிப்பிகள் வழியாகச் செல்வது ஒன்று ;



படம் 3·9

இணைப்பு முறைகள்

(அ) ஒற்றைத் தறுவாய் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி

(ஆ) முத்தறுவாய் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி,

'a' : 'a' தறுவாய்

'b' : 'b' தறுவாய்

'c' : 'c' தறுவாய்

1. திறப்புச் சுருள்
2. ஒற்றைத் தறுவாய் திசைப் பணிப்பு உறுப்பு (Element)
3. மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு (Element)
4. பல் தறுவாய் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி

8, 7, 6, 5, 4 பிரிப்பிகள் வழியாகச் செல்வது மற்றொன்று. பின்னர் கூறப்பட்ட பாதையில் திசைப்பணிப்பு உறுப்புகள் தடை செய் வதால் உணர்த்திகள் இயங்கா. மீதியுள்ள 8, 6, 4 உணர்த்தி களில், 4ஆம் உணர்த்தி மிகக்குறைந்த நேர அமைவு கொண்ட தனால் அதனுடைய பிரிப்பியைத் திறக்கச் செய்கிறது. இது மின்னோட்டம் மேற்பாதை வழியாகச் செல்லவும், இவ்வழியில் உள்ள மற்றெல்லா உணர்த்திகளின் மிகை மின்னோட்ட உறுப்புகள் மீள் அமைவு கொள்ளவும் வகை செய்கிறது. மேற் பாதையில், திசைப்பணிப்பு உறுப்பினால் உணர்த்தி 2-ன் இயக்கம் தடுக்கப்படுகிறது ; ஆனால் 1, 3 செயல்படத் தடையில்லை. உணர்த்தி 3 மற்றதைவிடக் குறைந்த நேர அமைவு கொண்டி

ருப்பதால் முதலில் இயங்கி, தன்னுடைய சுற்றதர்ப் பிரிப்பியைத் திறக்கச் செய்து, பிழையினை, மின்னமைப்பினின்று நீக்குகிறது. பாதை 3—6, நீக்கப்படுவதால், எந்தவொரு சுமைக்கும் மின் போக்கு நிறுத்தப்படுவதில்லை. பிரிப்பி 1, 2 இவைகளால் சுமை 1-க்கும் பிரிப்பி 8, 7, 6, 5 இவைகளினுல் சுமை II, III-க்கும் மின் திறன் வழங்கப்படுகிறது. உணர்த்தி 1, 8 ஆகியன திசைப்பணிப் பின்றி (Non-directional இருக்கலாம்; ஏனெனில் மின் நிலையத்தில் பிழைத்திறன் ஒருபோதும் மின்வாய்க்கட்டையினை நோக்கிச் செல்வதில்லை ; அது ஒன்றுதான் மின்னுக்கத் தோற்றுவாயாக உள்ளது.

ஒன்றைத் தறுவாய்த் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் மூன்றி னுக்கும், முத்தறுவாய் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி ஒன்றுக்கும் கொள்ளப்படும் இணைப்பு முறைகளைப் படம் 3·9 காண்பிக்கிறது.

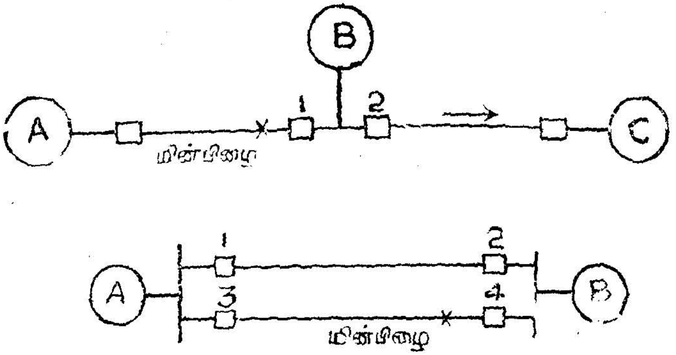
திசைப்பணிப்புக் கட்டுப்பாடு

திசைப்பணிப்புக் கட்டுப்பாடு என்பதும், இவ்வகை உணர்த்தி கட்கு மிகவும் தேவையான ஒரு சிறப்புக் கூறு. இந்தச் சிறப்புக் கூறினுல் திசையுறுப்புப் பகுதியில் தொடுமுனைகள் தொட்டாலன்றி எவ்வளவு மிகுந்த மின்னேட்டம் சென்ருலும், மிகை மின்னேட்ட உறுப்புப்பகுதி இயங்கா. இதனைத் திசைப்பணிப்பு உறுப்புப் பகுதியின் தொடுமுனைகளை மறைச் சுருள் (shading coil) சுற்ற தருடனே அல்லது மிகை மின்னேட்டப் பகுதியின் பெருக்கு உண்டாக்கும் சுற்றதர் இரண்டினுள் ஏதேனுமொன்றுடனே தொடர் இணைப்பாக இணைப்பதனுற் பெறலாம். இச் சுற்றதர் திறந்திருப்பின் இயக்கத் திருக்கம் ஏதும் மிகை மின்னேட்டப் பகுதியில் தோன்ரு. மிகை மின்னேட்டப் பகுதியின் தொடு முனைகள் மட்டுமே பிரிப்புச் சுற்றதரில் இருக்கும்.

சில சமயங்களில் மின்னமைப்பில், வெளிநிகழ் பிழையை முழுமையாகவோ, ஒரு பகுதியையோ களையும்போது திறன் திசை திடீரென மாறுகிறது. இத்தகைய திறன் திசைத்திருப்பம் Reversal) தேவையற்ற திறப்புகளை ஏற்படுத்தும், இத்தகைய தவருன திறப்புகள் ஏற்படுவது பின்வரும் இரு எடுத்துக்காட்டுகளால் விளக்கப்படுகிறது. படம் 3.10 காண்க.

படம் 3.10 (அ) ஒரு பிழையைக் களையும்போது ஏற்படும் ஒரு தேவையற்ற திறப்பினைக் காட்டுகிறது. இயல்பான திறன் செலுத்தம் (power flow) பிரிப்பி 2-ல் கோடிட்ட திசையில் இருப்ப

தாகக் கொள்வோம் X-ல் பிழையேற்படும்போது, உணர்த்தி 2-ன் மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு தன் தொடுமுனைகளை இணைக்கிறது. ஆனால், அதற்கு முன்பே திசைப்பணிப்பு உறுப்பு தன் தொடு முனைகளைத் திறக்கிறது ; அதனால் திறப்பு தடுக்கப்படுகிறது. பிரிப்பி 1ஆல் பிழை களையப்பட்டால், உணர்த்தி 2-ன் திசைப்



படம் 3.10

தேவையற்ற திறப்புகளுக்கு எடுத்துக் காட்டு.

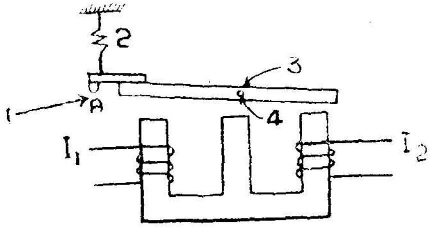
பணிப்புறுப்பு தன் தொடு முனைகளை மீண்டும் இணைக்கிறது ஆனால் மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு, சுமை மின்னோட்டம், விடு மின்னோட்ட அளவுக்கு அருகில் இருந்தால் தன் தொடு முனைகளை மெதுவாகத் திறக்கிறது. மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு தொடு முனைகள் திறப்பதற்கு முன்பே, திசைப்பணிப்புறுப்பின் தொடு முனைகள் இணைந்தால், பிரிப்பி 2 தேவையற்றுத் திறக்கப்படும் படம் 3·10 (ஆ) மற்றொரு நிகழ்வினைக் காட்டுகிறது. B-ஐ விட A-ல் மின்னூக்கும் திறன் அதிகமாக இருந்தால், X-ல் நிகழும் பிழைக்கு, பிரிப்பி 2-ல் உள்ள மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு இயங் கலாம். ஆனால் திசைப்பணிப்பு உறுப்பினால் திறப்புத் தடுக்கப் படுகிறது. பிழையை ஒரு புறம் நீக்க, பிரிப்பி 4 திறந்தால் பிரிப்பி 2-ல் உள்ள திறன் திசை மாறுகிறது. ஆகவே இன்னும் மிகை மின்னோட்டம் இருந்து கொண்டே இருக்க திறன் திசை மாற்றத் தினால் உணர்த்தி, பிரிப்பி 2 இணைத் தேவையில்லாமல் திறக்கும். இதற்குத் திசைப்பணிப்பு உறுப்பு திறப்பு நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே, மிகை மின்னோட்ட உறுப்பு இயக்கம் பெறுமாறு அமைதல் வேண்டும். இதனால் திசைப்பணிப்புத் தொடுமுனைகள் முதலில் இணைப்புறும்போது மிகை மின்னோட்டத் தொடுமுனைகள் திறந்தே இருக்கும். இச் சிறப்பமைப்பையே ‘திசைப்பணிப்புக் கட்டுப்பாடு’ (Directional Control) என்கிறோம்.

மின்னோட்ட (அல்லது மின்னழுத்த) சமநிலை உணர்த்திகள்
(Current (or voltage) balance relays)

காப்புணர்த்தித் துறையில் அடிப்படையில் வேற்றுமையுள்ள இருவகை மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்திகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. செயற்படுத்துத் திருக்கத் தோற்றத்தின் அடிப் படையில், ஒன்று "மிகை மின்னோட்ட" வகையென்றும், மற்றொன்று "திசைப்பணிப்பு வகை" என்றும் வழங்கப்பெறும்.

மிகை மின்னோட்ட வகை

மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியில் மிகை மின்னோட்ட வகையில், ஒரு மிகை மின்னோட்ட உறுப்பின் திருக்கத் தோற்றம் மற்றோர் உறுப்பின் தோற்றத்திற்கு எதிர்த் திசையில் அமையுமாறு அமைக்கப்படுகிறது. இவ்விரு உறுப்புகளும் ஒரே அசையும் அமைப்பில் அமைக்கப்படுகின்றன. ஒரு மின்காந்த ஈர்ப்புச் சமநிலை விட்ட (balanced beam) வகையைப் படம் 3.11 'அ' காட்டுகிறது.



படம் 3.11 அ.

சமநிலை விட்ட மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி

(அ) பாகங்களின் அமைப்பு

1. தொடுமுனைகள்
2. மின்னகம்
3. கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில்
4. முளை

சுழலின் மேலே ஒன்றையொன்று எதிர்த்துச் செயல்படுமாறு இரு மிகை மின்னோட்ட உறுப்புகளைக் கொண்ட தூண்டல் வகை உணர்த்தி, வழக்காற்றில் உள்ள மற்றொரு வகையாகும்.

கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில்லின் எதிர் நிலைத் திருக்க விளை வினைப் புறக்கணிக்க இரண்டு வகைகளின் திருக்கச் சமன்பாடு வருமாறு :

$$T = K_1 I_1^2 - K_2 I_2^2$$

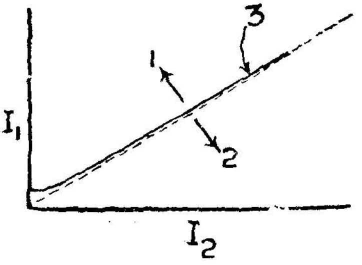
உணர்த்திச் செயற்படுந்தறுவாயில் இருக்கும்போது, நிகரத் திருக்கம் சுழியாகும் :

ஆகவே, $K_1 I_1^2 = K_2 I_2^2$

அதனால் செயற் பண்பு,

$$\frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} = \text{நிலை எண்.}$$

சுருள் வில்லின் விளைவும் உள்ளடங்கப் பெற்ற, இத்தகு உணர்த்திகளின் செயற் பண்பினைப் படம் 3.11 'ஆ' காட்டுகிறது.



சமநிலை விட்ட மிகை
மின்னோட்ட உணர்த்தி

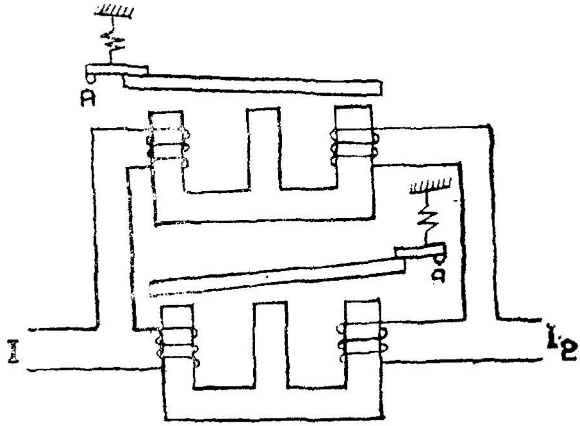
1. நேர்நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
2, எதிர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
3, செயற் பண்பு

படம் 3.11 ஆ.

$I_2 = 0$ ஆக இருக்கும்போது தொடுவதற்குத் தேவையான ஒரு குறைந்த அளவு I_1 பெற்றிருப்பதற்கு இந்தச் சுருள் வில் விளைவு தேவைப்படுகிறது. ஆனால், இச் சுருள் வில் விளைவு. மின்னோட்டம் அதிகம் ஆக ஆக மிகவும் குறைந்து விடுகிறது, செயற் பண்புக்கு மேல் உள்ள புள்ளிகளினால் குறிக்கப்படும் I_1 ,I_2 விகிதத்திற்கு, இவ்வுணர்த்தி தொடும். I = 0 ஆக இருக்கும் போது ஒரு குறைந்த தொடு அளவு I -க்குக் கொடுக்கப்பட்டு, செயற் பண்பின் நேர் கோட்டுப்.பகுதியில் உணர்த்தி இயங்கும் போது, செயற் பண்புக்கு மேல் புள்ளிகளினால் காட்டப்படும் தொடுவதற்குத் தேவையான I_1-க்கு I_2 உள்ள விழுக்காட்டு விகிதத்தினால் இத்தகைய இயல்பு குறிக்கப்படுகிறது. நேர் நிலை (அ) தொடு திருக்கம் உண்டாக்குவதனால் I_1 ஐ "இயக்கும்" மின்னோட்டம் என்றும், I_2-ஐ "தடை செய்யும்" மின்னோட்டம் என்றும் வழங்குகிறது. இயக்கும் சுருளிலும், தடை செய்யும் சுருளிலும், உள்ள சுற்றுகளைப் பொருத்தமாக அமைப்பதன் மூலம் தேவையானபடி "விழுக்காட்டுச் சாய்வை"ப்(percent slope) பெறலாம்.

இரு மின்னோட்டத்தில் எந்த ஒரு முன்னோட்டம் மற்றொன்றை மிஞ்சினாலும் ஒரு 'உ' தொடுமுனை, சுற்றதரை இணைக்குமாறு அமையவேண்டும் என விரும்பினால், படம் 12-ல் காட்டியுள்ளபடி சுருறுப்புகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

சில செயல்களுக்காக இவ்விரு உறுப்புகளும் வெவ்வேறு சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளை இயக்குமாறு அமைக்கலாம். இம்முறையினால், ஒரு சுற்றதரின் வெவ்வேறு தறுவாயிலோ, ஒரே தறுவாயில்



படம் 3·12
சுருளுப்பு மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தி

வெவ்வேறு சுற்றதர்ப் பிரிவுகளிலோ அல்லது வெவ்வேறு சுற்றதர்களின் முறையான தறுவாய்களிலோ உள்ள மின்னோட்டங்களை ஒப்பிடலாம்.

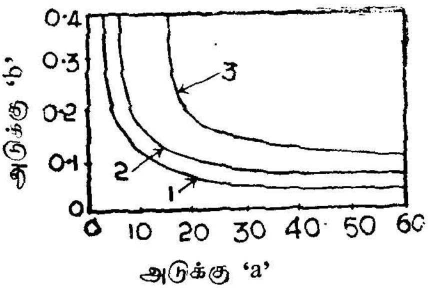
சம நிலையுள்ள இரு பொருள்களுக்கு இடையே உள்ள தறுவாய்க் கோணத்தால் விளைவு ஒன்றுமேற்படுவதில்லை என்ற அடிப்படையில் திருக்கச் சமன்பாடு பெறப்பட்டது. ஆனால் இவ்வகை உணர்த்திகள், தறுவாய்க் கோணத்தால் ஓரளவு தாக்குகிறது. கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவு புறக்கணிக்கப் பட்டு, இவையிரண்டும் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகட்கு என்று கொள்ளப்பட்டால், இதன் திருக்கச் சமன்பாடு உண்மையில் கீழ்க்காணுமாறு இருக்கவேண்டும்.

$$T = K\ I_1^2 - K\ I_2^2 + K_1 I_1\ I_2 \cos(\theta - \tau)$$

இதில் நிலை எண் K இன் மதிப்பு மிகவும் குறைவே.

I_1, I_2 க்குப் பதிலாக V_1, V_2 வினை எழுத, மின்னோட்டச் சமநிலை இயல்பு போலவே, மின்னழுத்தச் சமநிலை இயல்பினையும் பெறலாம். மேலும், மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியில் ஒரு மின்னோட்டம் மற்றொன்றைவிட மிஞ்சும்போது இயங்கக்

கூடியதாயுள்ளது. ஆனுல், மின்னழுத்தச் சமநிலை உணர்த்திகள் பொதுவாக, ஓர் இயல்பான அளவினின்றும் ஒரு மின்னழுத்தம் குறையும்போது இயங்குகிறது. நேர முகப்பளவு கொண்டோ, அல்லது இன்றியோ உள்ள ஒரு தலைகீழ் நேர இயல்களைக் கொண்ட அல்லது வெகு வேக (High speed) இயல்புகளைக் கொண்ட உணர்த்திகள் நடைமுறையில் உள்ளன. படம் 3·13ல்



படம் 3·13

மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியின் இயல்பு

1. சுழி-தடை செய்வி (zero restraint)
2. 5-ஆம்பியர் தடை செய்வி
3. 10-ஆம்பியர் தடை செய்வி

'a'-இயக்கும் மின்னோட்டம், ஆம்பியரில்

'b'-நேரம் (நொடியில்)

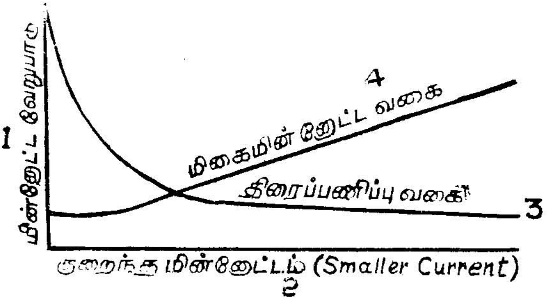
நேர வரைகோடுகளின் ஒரு மாதிரித் தொகுதி காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு, ஒரு குறிப்பிட்ட சரி செய்கைக்குத் தடை செய்யும் மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள் நேர வரைகோடுகளாகக் காட்டப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தடை செய்யும் மின்னோட்ட அளவிற்கும் தொடு-மதிப்பு மாறுபடுகிறதாகையால் இந்த வரைகோடுகள் தொடு-மடங்கின் அடிப்படையில் (multiple of pick-up basis) வரையமுடியாது. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு தடை செய்யும் மின்னோட்டத்திற்கு ஒவ்வொரு வரைகோடும் தொடு-மின்னோட்டத் திற்கு ஈற்றணுக்கிக் கோடாய் (asymptotic) உள்ளதனைக் காணலாம்.

திசைப்பணிப்பு வகை

மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியின் திசைப்பணிப்பு வகையில் மின்னோட்ட—மின்னோட்டத் திசைப்பணிப்பு உறுப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் இரு மின்னோட்டங்களின் நெறிய வேறுபாடு முனைமைப்படுத்தும் பொருளாகவும் நெறியக் கூடுதல் இயக்கும் பொருளாகவும் உள்ளன. மின்னோட்டங்கள் தறுவாய் ஒன்றியிருப்பதாகக் கொண்டு, கட்டுப்படுத்துச் சுருள்வில்லின் விளைவைப் புறக்கணிப்போமானல்,

திருக்கம் $T = K_1 (I_1 + I_2)(I_1 - I_2)$ என்றுகும்.

(I_1, I_2 இரண்டும் வேர் நிரல் குழிப்பு மதிப்புகள்). ஆகவே, இரு மின்னோட்டங்களும் தறுவாய் ஒன்றித்தும் ஒரே அளவாயும் இருந்தால், இயக்கத் திருக்கம் ஒன்றும் உண்டாவதில்லை. ஒரு மின்னோட்டம் மற்றதைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது, எந்த மின்னோட்டத்தில் அளவு அதிகமாக இருக்கிறதோ, அந்தத் திசை நோக்கத் திருக்கம் தோன்றுகிறது. மின்னோட்டங்களிரண்டும் 180° தறுவாயிலியாக இருந்தால், மின்னோட்டங்கள் தறுவாய் ஒன்றி



படம் 3·14

மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியின் இயல்புகளின் ஒப்புமை

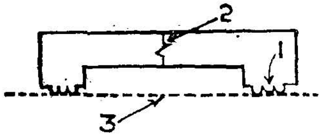
1. மின்னோட்ட வேறுபாடு 2. குறை மின்னோட்டம் (Smaller Current)
3. திசைப்பணிப்பு வகை 4. மிகை மின்னோட்ட வகை

இருக்கும்போது திருக்கம் எத்திசை நோக்கி உண்டாயிற்றோ, அதே திசையில்தான் அமையும் (திருக்கச் சமன்பாட்டில் மின்னோட்டங்களின் குறைகளை மாற்ற இதனை உணரலாம்). இவ்வகை உணர்த்திகள் ஈரெறித் தொடுமுனைகளைக் கொண்டதாய் இருக்கும். இதனுடைய கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில், நடுப் புள்ளியிலிருந்து இரு புறமும் தடை விசையை ஏற்படுத்தக் கூடியதாய் இருக்கும். இவ்வுணர்த்தி மிகை மின்னோட்ட வகையைப் போன்ற ஒரு மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியல்ல என்பதைப் படம் 3·14-ல் காட்டப்பட்டுள்ள இவ்விரு வகைகளின் செயற் பண்புகளினால் அறியலாம்.

திசைப்பணிப்பு வகை, இரு மின்னோட்டங்களும் அதிகமாக இருக்கும்போது மிகுந்த கூருணர்வு உடையதாயும், குறைந்த அளவு இருக்கும்போது குறைந்த கூருணர்வு உடையதாயும் உள்ளன. இவை மின்பாதைக் காப்பமைப்பில் பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

வேற்றுமை உணர்த்திகள்
(Differential Relays)

தாம் காக்கவேண்டிய மின் கருவிகளுக்கேற்ப, வேற்றுமை யுணர்த்திகள் பல்வேறு படிவங்களைக் (forms) கொண்டுள்ளன. இதனை, இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒரு தன்மைத் தான மின் பொருள்களின் நெறிய வேற்றுமை, குறிப்பிட்ட அளவை விஞ்சும்போது இயங்கக்கூடிய ஓர் உணர்த்தி எனலாம். எந்த வகை உணர்த்தியையும் தக்கவாறு இணைப்பதால், வேற்றுமை உணர்த்தியாக இயங்கச் செய்யலாம். அதாவது, வேற்றுமை யுணர்த்தி என்பது சுற்றதரில் இணைக்கப்படுகின்ற முறையை ஒட்டியே யல்லாது, செய்யப்படுகின்ற அமைப்பை ஒட்டி அல்ல.



படம் 3.15

வேற்றுமை உணர்த்தியின் பயன்

1. மின்னோட்ட மாற்றி
2. வேற்றுமை உணர்த்தி
3. காப்பமைப்புப் பெற்ற உறுப்பு

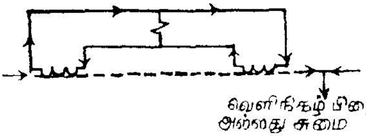
பெரும்பாலான வேற்றுமை உணர்த்திச் செயற்பாடுகள், மின்னோட்ட வேற்றுமை வகையாகவே உள்ளன. படம் 3·15 ல் காட்டப்பட்ட கோடிட்ட பகுதி, வேற்றுமை உணர்த்தி காக்கின்ற மின் அமைப்பின் உறுப்பைக் காட்டுகிறது. இவ்வுறுப்பு ஒரு மின் பாதையாகவோ அல்லது மின்னுக்கியின் சுருணை, மின் வாயின் ஒருபகுதி முதலியவையாகவோ இருக்கலாம். மின்னோட்ட மாற்றிகளின் துணைமைகள் (secondaries) ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டும், ஒரு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியின் சுருள், மின்னோட்ட மாற்றியின் துணைமைச் சுற்றதர்க்குக் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டும் உள்ளன. இவ்வுணர்த்தி, ஏற்கெனவே கூறப்பட்ட ஏதேனுமொரு அலை மின்வகையாக இருக்கலாம்.

இப்போது முதன்மைச் சுற்றதரில் X என்னும் இடத்திலுள்ள ஒரு மின் சுமைக்கோ, அன்றியொரு குறுக்குச் சுற்றதர்க்கோ, மின்னோட்டம் செல்லுவதாகக் கொள்வோம். அத்தகு நிலை, படம் 3·16-ல் உள்ளதுபோன்று அமையும்.

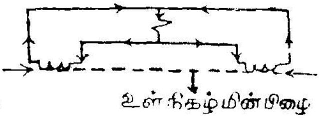
இரு மின்னோட்ட மாற்றிகளும் ஒரே விகிதத்தை உடையன வாயும் சரியான முறையில் இணைக்கப்பட்டும் இருந்தால், அவை களின் துணைமை மின்னோட்டங்கள் அவ்விரு மின்னோட்ட

மாற்றிகட்கிடையே சுற்ரேட்டம் (circulation) கொள்ளும். மின்னேட்டம் சிறிதும் வேற்றுமையுணர்த்தியுட் செல்லாது.

ஆனல், இவ்விரு மின்னேட்ட மாற்றிகட்கிடையே ஒரு குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படுமானல், படம் 3·17-ல் காட்டியவாறு இதன் நிலை அமையும்.



படம் 3·16
வெளிப் பிழை நிலை



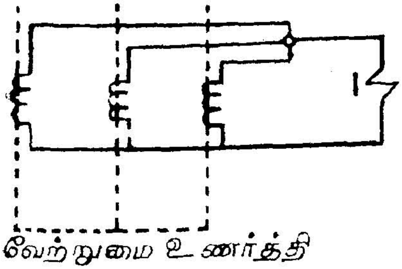
படம் 3·17
உட்பிழை நிலை

மின்னேட்டம், குறுக்குச் சுற்றதர்க்குப் படத்தில் காட்டியபடி இருபுறமிருந்தும் செல்லுமானல் மின்னேட்ட மாற்றியின் துணைமை மின்னேட்டங்களின் கூட்டுத்தொகை, வேற்றுமையுணர்த்தி வழியே செல்லும். துணைமை மின்னேட்டம் வேற்றுமையுணர்த்திக்குச் செல்ல, குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் மின்பிழை நோக்கி இருபுறமிருந்தும் செல்லவேண்டும் என்கிற தேவையில்லை. ஒரு புறத்திலிருந்து மட்டுமே அல்லது மறுபுறம் மிருந்த மின்னேட்டம் செல்லும்போது, ஒரு புறத்தில் செல்லும் மின்னேட்டத்தில் ஒரு பகுதி மட்டுமே, வேற்றுமை மின்னேட்டத்தை உண்டாக்கும். அதாவது, வேற்றுமை உணர்த்தியின் மின்னேட்டம், காப்பமைமைப்புச் சுற்றதருள் செல்லும் மின்னேட்டத்திற்கும், வெளியேறும் மின்னேட்டத்திற்கும் உள்ள நெறிய வேறுபாட்டிற்கு விகிதத்தில் அமையும். உணர்த்தியின் தொடு அளவினும், இவ்வேற்றுமை மின்னேட்டம் மிகும்போது, உணர்த்தி இயங்கும்.

ஒரு மின்னமைப்புறுப்பு மேலும் சில இணைப்புகளைப் பெற்று இருக்குமாயினும், இதே கோட்பாட்டினைப் பயன்படுத்தலாம். காட்டாக, படம் 3·18 -ஐ எடுத்துக்கொள்க. இதில் மூன்று இணைப்புகள் உள்ளன.

இதில் முன்பே குறிப்பிட்டவாறு, அனைத்து மின்னேட்ட மாற்றிகளும் ஒரே விகிதத்தைக் கொண்டதாயும், சுற்றதர் உறுப்பினுள் நுழையும் மின்னேட்டமும், வெளியேறும் மின்னேட்டமும் நெறியத்தால் ஒன்ருக இருந்து உணர்த்தியுள் மின்னேட்டம்

செல்லாதவாறு இணைப்புகள் பெற்றதாயும் இருக்கவேண்டியது இன்றியமையாதது. இக்கோட்பாட்டினை ஒரு திறன் மின்மாற்றி (power transformer) உள்ளிட்ட அமைப்பிற்கு மேலும் சில தேவைகளுடன் பயன்படுத்தலாம். வேற்றுமையுணர்த்தியில் பெரிதும் பயன்படுத்துகின்ற படிவம் விழுக்காடு - மேற்றுமை (percentage differential) வகையே. இது மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியின் மின்னோட்டவகையை ஒத்ததே. எனினும். இது படம் 3·19-ல் காட்டியபடி வேற்றுமைச் சுற்றதரில் இணைக்கப்படுகிறது.

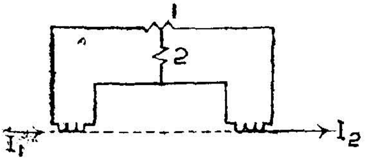


படம் 3·18

முத்தறுவாய்ச் சுற்றதரில் வேற்றுமை உணர்த்தியின் பயன்

1. வேற்றுமையுணர்த்தி

தடை செய்யும் சுருளின் விளைவினால் இவ்வுணர்த்தியை இய...த தேவைப்படும் வேற்றுமை மின்னோட்டம் மாறுபடும் தன்மையுடையது. இயக்கும் சுருளின் வேற்றுமை மின்னோட்டம் $(I_1 - I_2)$-க்கு விகிதத்தில் (proport onal) அமைகிறது. மேலும், தடை செய்யும் சுருளின் சம அளவு (equivalent) மின்னோட்டம் $\frac{I_1 + I_2}{2}$-க்கு விகிதத்தில் அமைகிறது. ஏனெனில், இயக்குச் சுருள் தடைசெய் சுருளின் மையத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது தடைசெய்யும் சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை



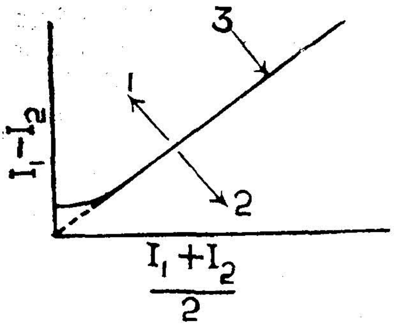
படம் 3·19

இருமுனைச் சுற்றதரில் விழுக்காடு வேற்றுமையின் உணர்தியின் பயன்

1. தடைசெய் சுருள்
2. இயக்கும் சுருள்

'N' என்று கொண்டால், மொத்த ஆம்பியர்- $\frac{I_1 N}{2} + \frac{I_2 N}{2}$ எனவாகும். இது $\left(\frac{I_1 + I_2}{2}\right)$ மின்னோட்டம் முழுச் சுருள் வழியாகவும்

சென்ருல் கிடைக்கும் அளவு போன்றதே. இத்தகைய உணர்த்திகளின் செயற் பண்பிஃனப் படம் 3·20 காட்டுகிறது.



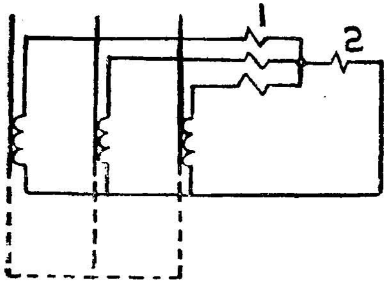
படம் 3·20

விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தியின் செயல்முறை இயல்பு

1. நேர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
2. எதிர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
3. செயற் பண்பு

தாழ் மின்னேட்டங்களில் கட்டுப்படுத்தும் சுருளால் ஏற்படும் ஒரு சிறு விளைவைத் தவிர, வேற்றுமை இயக்கும் மின்னேட்டத்திற்கும் (differential operating current) சராசரி தடை செய்யும் மின்னேட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு நிலையான விழுக்காடாக அமைகிறது. அதனுல்தான் இவ்வுணர்த்தி இப்பெயர் பெறுகிறது.

காப்பமைப்புக்கு வெளியே குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படும் போது வேற்றுமையாய் (differentially) அமையுமாறு இணைக்கப்பட்ட மிகை மின்னேட்ட உணர்த்தியைக் காட்டிலும், இவ்வுணர்த்தி மிகக் குறைவாகவே பிழையான இயக்கம் புரிய வாய்ப்புக் கொண்டது.



படம் 3.21

மும்முனைச் சுற்றதரில் விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தியின் பயன்

1. தடைசெய் சுருள்கள்
2. இயக்கும் சுருள்

படம் 3·21-ல் காட்டிய வாறு மும்முனையுடையது போன்று மின்னமைப்புறுப்பு இரண்டிற்கு மேற்பட்ட முனைகளை (terminals) உடையதாயிருப்பின் இவ்வுணர்த்திகளை அமைத்துச் செயல்பட வைக்கலாம்.

படத்தில் உள்ள தடைசெய் சுருள்கள், ஒவ்வொன்றும் ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளை உடையது. ஒவ்வொரு சுருளும் மற்றென்றைச் சாராது தடைசெய் திருக்கத்தை உண்டாக்குகிறது.

அவற்றின் திருக்கங்கள் எண் கணக்குப்படி (arithmetically) கூட்டப்படுகின்றன. இவ்வுணர்த்தியின் விழுக்காட்டுச் சாய்வு இயல்பு இம் மூன்று தடைசெய் சுருள்களிடையே பகிரும் மின்னோட்டத்தையொட்டி மாறுகிறது.

விழுக்காடு-வேற்றுமையுணர்த்திகள் வழக்கமாக உடனியங்கு அல்லது வெகு விரைவு உணர்த்திகளாய் உள்ளன. தெரிமைக்குக் கால நீட்சி தேவைப்படுவதில்லை.

இவ்வுணர்த்தியின் மற்றும் சில வகைகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவ்வுணர்த்தியே மிகுந்த தெரிமையும் பெரும் பயனும் கொண்டுள்ளது.

4. தொலைவு உணர்த்திகள்

(DISTANCE RELAYS)

சென்ற அதிகாரத்தில் ஒரு மின்னோட்டம் மற்றொரு மின்னோட்டத்துடன் சமநிலைப்படுத்தப்பட்ட உணர்த்திகளைக் கண்டோம். மேலும், செயற் பண்பு இவ்விரு மின்னோட்டங்களின் விகிதமாக உரைக்கப்படலாம் என்பதனையும் அறிந்தோம். தொலைவு உணர்த்திகளில் மின்னோட்டத்திற்கும் மின் அழுத்தத்திற்கும் சமநிலை ஏற்படுத்தப்பட்டு, அதனுடைய விகிதத்தை மறிப்பாக (impedance) உரைக்கப்படுகிறது. மின்பாதையின் தொலைவை அறிய மறிப்பு ஒரு மின் அளவு ஆதலால், இவ்வுணர்த்திக் குழுவிற்கு இப் பெயர் வழங்கப்படுகிறது.

தொலைவு உணர்த்தியின் மறிப்பு வகை

மறிப்பு உணர்த்தியில், மின்னோட்ட உறுப்பினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட திருக்கத்தை மின்னழுத்த உறுப்பினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட திருக்கத்துடன் சமநிலைப்படுத்தப்படுகிறது. மின்னோட்ட உறுப்பு நேர்நிலைத் திருக்கத்தையும் மின்னழுத்த உறுப்பு எதிர் நிலைத் திருக்கத்தையும் உண்டாக்குகின்றன. மேலும் சொன்னால், மறிப்பு உணர்த்தியென்பது மின்னழுத்தத் தடையுள்ள ஒரு மின்னோட்ட உணர்த்தியே. கட்டுப்படுத்துச் சுருள் விளைவை — K_3 என்று கொண்டால், திருக்கச் சமன்பாடு,

$$T = K_1 I^2 - K_2 V^2 - K_3$$ என்றமையும்

(I, V இரண்டும் வேர் நிரல் குழிப்பு மதிப்பு)

சமநிலை அடைந்து, உணர்த்தி இயங்கும் நிலையில் உள்ள போது, நிகரத் திருக்கம் = 0, எனவே, $K_2 V^2 = K_1 I^2 - K_3$ என்றாகிறது.

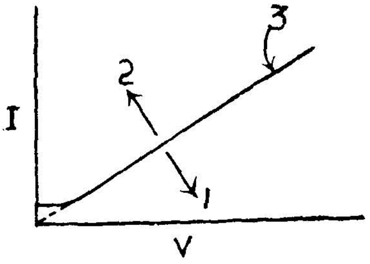
இதனை, $K_2 I^2$ ஆல் வகுத்தால், $\frac{V^2}{I^2} = \frac{K_1}{K_2} - \frac{K_3}{K_2 I^2}$

$$\frac{V}{I} = Z = \sqrt{\frac{K_1}{K_2} - \frac{K_3}{K_2 I^2}}$$ என்றாகும்.

கட்டுப்படுத்துச் சுருள் விளைவு மிகக் குறைந்த மின்னோட்டத்தின்போது மட்டுமே அறியப்படுவதால், வழக்கமாக இது புறக்கணிக்கப்படுகிறது. எனவே, $K_3 = 0$ என்று கொண்டால், மேற் கூறிய சமன்பாடு கீழ்க்காணுமாறு அமையும்.

$$Z = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} = \text{நிலை எண்.}$$

மின்னோட்ட, மின்னழுத்த முறையில் இதனுடைய செயற் பண்பு படம் 4·1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4·1

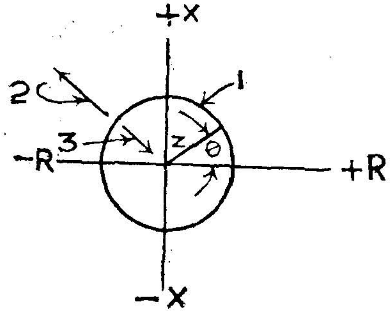
மறிப்பு உணர்த்தியின் இயல்பு

1. எதிர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
2. நேர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
3. செயற் பண்பு

குறைந்த அளவு மின்னோட்டத்தில் மட்டுமே கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவைக் காண முடிகிறது என்பதைப் படத்தில் இயல்புக் கோட்டின் தொடக்கத்தில் உள்ள வளைவால் அறியலாம். நடைமுறையில் Z-ன் நிலையான மதிப்புக் கொண்டிருக்கும் கோடிட்ட கோட்டினையே செயற் பண்பாகக் கொள்ளப் படுகிறது. இயல்புக் கோட்டிற்கு மேல் நேர் நிலைத் திருக்க வட்டாரத்தில் அமையும் V, I இவற்றின் எந்தவொரு பொருத்தத்தினால் காட்டப்படும் புள்ளிக்கும் இவ்வுணர்த்தி தொடும். மறிப்பின் தேவையான பெரும அளவிற்கேற்ப இவ்வியல்பின் சாய்வை மாற்றியமைக்கலாம்.

" மறிப்புப் படம் " அல்லது " R—X படம் " என்றழைக்கப்படும் படத்தில் இதன் செயற் பண்பினைக் காட்டலாம். கட்டுப் பட

படுத்துச் சுருளின் விளைவைப் புறக்கணிக்கப்பட்ட மறிப்பு உணர்த்தியின் செயற் பண்பிணைப் படம் 4·2 காட்டுகிறது.



R—X படத்தில் மறிப்பு உணர்த்தியின் இயல்பு

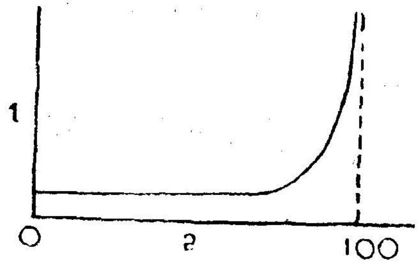
1. செயற் பண்பு
2. எதிர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
3. நேர் நிலைத் திருக்க வட்டாரம்

படம் 4·2

V, I-க்கு உண்டான விகிதத்தின் எண்ணியல்பு அளவு (numerical value) ஆர நெறியத்தின் (radius vector) நீளமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது, V, I-க்கிடையுள்ள தறுவாய்க் கோணம் θ நெறிய நிலையை நிர்ணயிக்கிறது. I, V உடன் தறுவாயொன்றி ருந்தால் நெறியம் + R அச்சின்மேல் படிகிறது. V உடன் 180° தறுவாயிலியாக அமைந்தால், R—ன் மேல் படிகிறது. மற்று V உடன் ஒப்பிட I பிந்தினல் நெறியம் +X பகுதியைக் கொள்ளும். முந்தினல் X— பகுதியைக் கொள்ளும். மறிப்பு உணர்த்தியின் இயக்கம் V, I-க்கிடையுள்ள தறுவாய்க் கோணத்தைச் சாராதிருப் பதால், இதன் செயற் பண்பு மூலத்தில் மையத்தைக் கொண்ட ஒரு வட்டமாக அமைகிறது. வட்ட ஆர அளவிற்குக் குறைவாக இருக்கும் Z-ன் எந்த மதிப்பிற்கும் நேர்நிலைத் திருக்கம் உண்டாக்கப்படுகிறது. ஆர அளவிற்கு அதிகமாக இருக்கும் Z-ன் எம் மதிப்பிற்கும் எதிர் நிலைத் திருக்கம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இது V, I-க்கு இடையுள்ள தறுவாய்க் கோணத்தைச் சார்வதில்லை.

பெரும்பாலும் இவ்வுணர்த்திகள் வெகு விரைவு வகையாகவே கையாளப்படுகின்றன. வெகு விரைவு மறிப்பு உணர்த்தியின் இயக்கும் நேரப்பண்பு படம் 4·3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வளைகோடு, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னோட்டத்தின் அளவு கொண்டு வரையப்பட்டுள்ளது. இதனினும் மிகும் மின்னோட்டங் களின் வளைகோடுகள் இவ் வளைகோட்டிற்குக் கீழேயும், குறைந்த அளவு மின்னோட்டங்கள் இதற்கு மேலேயும் அமையும். நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் தொலைவு உணர்த்திகளின் இயக்கும் நேரம் மிக மிகக் குறைவேயாதலால், மின்னோட்ட

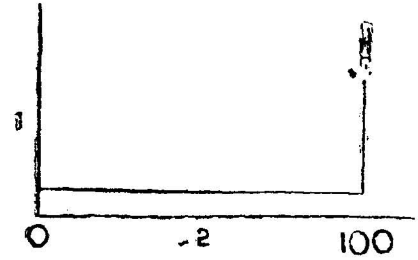
வேறுபாடுகள் புறக்கணிக்கப்பட்டு படம் 4·4-ல் உள்ளபடி நேர வளைகோடு காட்டப்படுகிறது.



படம் 4·3.

வெகு விரைவு மறிப்பு உணர்த்தியின் இயல்பு

1. இயக்கும் நேரம்
2. தொடு அளவு மறிப்பின் விழுக் காட்டில் மறிப்பு



படம் 4·4.

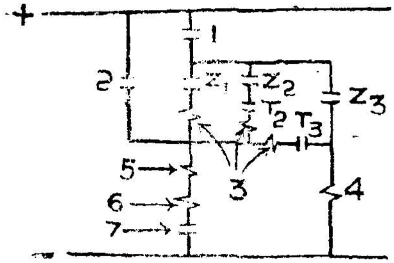
படம் 4·3-ன் எளிதாக்கப் பட்ட குறிக்கும் முறை

1. இயக்கும் நேரம்
2. தொடு அளவு மறிப்பின் விழுக் காட்டில் மறிப்பு

பலவகையான இயக்கும் அமைப்புகள் மறிப்பு உணர்த்தியின் கட்டுமானத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மின்பாதைக் காப்பமைப்பிற்கு, ஒற்றைத் தறுவாய்த் திசைப் பணிப்பு உணர்த்திப் பகுதி (unit) ஒன்றும், வெகு விரைவு மறிப்பு உணர்த்திப் பகுதிகள் மூன்றும் கொண்ட மறிப்பு வகையுள்ள ஒற்றைத் தறுவாய் உணர்த்தி ஒன்று அமைக்கப்படுகிறது. இத்துடன் நேர உணர்த்திப் பகுதி, (timing unit), காட்டிகள் (targets), உறுதிப்பிடிப்பகுதி (seal-in unit) முதலிய துணைக்கருவி களும் அமைக்கப்படுகின்றன. படம் 4·5, இதன் தொடுமுனை அமைப்புகளைக் காட்டுகிறது. மூன்று மறிப்பு உணர்த்திப் பகுதி களும், Z_1, Z_2, Z_3 என்றழைக்கப்படுகின்றன. இம் மூன்று பகுதி களின் செயற் பண்புகளும் தனித்தனியே சரி செய்கைகள் கொண்டன. படம் 4·6-ல் உள்ள R—X படத்தில் Z_1 வட்டம் சிறியதாயும், Z_3 வட்டம் பெறியதாயும் Z_2 வட்டம் நடுத்தரமாயும் உள்ளன. Z_1 வட்டத்துள் அமையும்படியுள்ள மறிப்பின் எந்த வொரு மதிப்புக்கும் இம் மூன்று பகுதிகளும் இயங்கும்.

Z_1 மற்றும் நேர உணர்த்திப் பகுதி இவைகளின் இயக்கம் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் நேரடியாகச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியை இயக்குகிறது. இதன் செயற்படும் நேரம் T_1 என்று கொள்வோம்.



மறிப்பு உணர்த்தியின்
தொடுமுனை அமைப்பு

1. திசைப் பணிப்புப் பகுதி
2. உறுதிப்பிடிப் பகுதி
3. காட்டிகள்
4 நேர உணர்த்திப் பகுதி
5. உறுதிப்பிடிப் பகுதி
6. திறப்புச் சுருள்
7. பிரிப்பியின் துணை—இணைப்பி

படம் 4·5

Z_3யும், திசைப்பணிப்புப்பகுதியும் இயங்கும்போதெல்லாம் நேர உணர்த்திப் பகுதி மின்னாற்றல் பெறுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பின் இப் பகுதி தன்னுடைய T_2 தொடுமுனைகளையும் அதன் பிறகு சற்று நேரங்கழித்து T_3 தொடுமுனைகளையும் இணைக்கிறது. Z_1,Z_2 வட்டங்கட்கு இடையேயுள்ள மறிப்பின் மதிப்பிற்கு T_2 நேரத்தில் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறக்கிறது. இறுதியாக Z_2, Z_3 வட்டங்கட்கிடையே மறிப்பின் மதிப்பு அமையுமாயின் T_3 நேரத்தில் பிரிப்பு நடைபெறுகிறது.

திசைப்பணிப்புப் பகுதியின் செயற் பண்பு, மறிப்புணர்த்திப் பகுதியின் சிறப்பியல்புடன் கொண்டுள்ள உறவைப் படம் 4·6 காண்பிக்கிறது. திசைப்பணிப்புப் பகுதி நேர் நிலைத்திருக்க, வட்டாரத்தில் (positive torque region) மட்டுமே பிரிப்பினை ஏற்படுத்தக்கூடியதாய் உள்ளதால் மறிப்புப் பகுதியின் செயற்படா வட்டாரம் கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆகவே வட்டங்களுக்குள்ளேயும் திசைப்பணிப்புப் பகுதியின் செயற் பண்புக்கு மேலேயும் அமையும் புள்ளிகட்கு மட்டுமே திறப்பு நிகழும் என்பது அறியக் கிடைக்கிறது.

கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில்லின் விளைவின் புறக்கணிப்பால் ஏற்படும் திசைப்பணிப்புப் பகுதியின் திருக்கத்தை முன்னரே கண்டோம்.

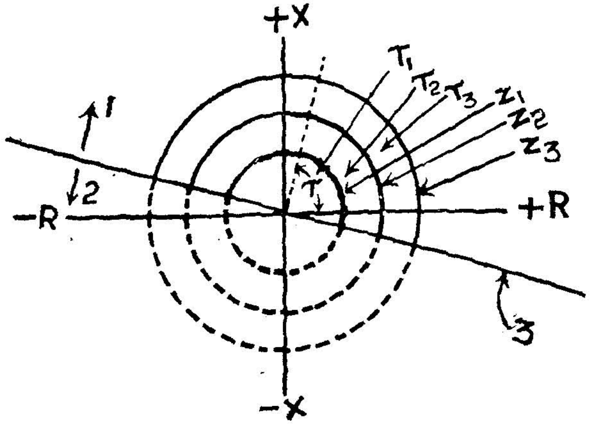
$$T = K \ VI \cos(\theta - \tau)$$

நிகரத் திருக்கம் = 0 ஆக இருக்கும்போது,

$$K_1 \, VI \cos(\theta - \tau) = 0$$

K , V, I இவைகள் சுழிமதிப்பாய் இருப்பதற்கு இயலாதாதலின், சமன்பாடு சரியாய் அமைய $\cos(\theta - \tau) = 0$

அல்லது $\theta - \tau = \pm 90^\circ$



படம் 4.6

படம் 4·5-ல் காட்டிய மறிப்பு உணர்த்தியின் செயல்படும் இயல்பு
1. நேர்நிலைத்திருக்கம் 2. எதிர்நிலைத் திருக்கம் 3. திசைப்பணிப்பும் பகுதியின் இயல்பு

ஆகவே $\theta = \tau \pm 90^\circ$ இவ்வுணர்த்தியின் பண்பினை விளக்குகிறது. கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவையும் கொண்டால், திருக்கச் சமன்பாடு கீழ்க்காணுமாறு அமைவதைக் காணலாம் :

$$T = K \, VI \cos(\theta - \tau) \quad K$$

சம நிலையில், நிகரத் திருக்கம் = 0 ; எனவே,

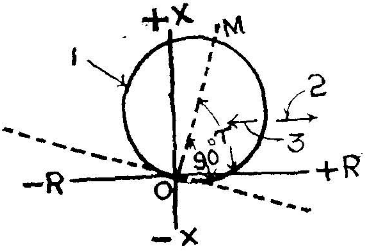
$$K \, VI \cos(\theta - \tau) = K_2$$

ஆனால், $I = \frac{V}{Z}$; ஆகவே $\frac{V^2}{Z} \cos(\theta - \tau) = \frac{K_2}{K_1}$

அல்லது $Z = \frac{K_1}{K_2} V^2 \cos(\theta - \tau)$ என்றமையும்.

இச் சமன்பாட்டால் V-ன் ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் ஒன்றுகக் கணக்கற்ற வட்டங்களை அமைக்காலம். அவற்றில் ஒன்றைப் படம் 4·7 காட்டுகிறது.

θ-வுக்கு மதிப்புக் கொடுக்கும்போது, Z-ன் மதிப்பு சில வேளைகளில் எதிர்நிலையாக வந்தால், அவற்றை விட்டுவிட வேண்டும். Z-ன் எதிர்நிலை மதிப்புப் பொருளற்றது. அதனை R — X படத்தில் காட்டவும் இயலாது. எல்லா வட்டங்களின் மையமும் 0-விருந்து M வழியாகச் செல்லும் கோடிட்ட நேர் கோட்டில் அமையும். இக் கோடு திருக்கப் பெருமக் கோணத்தில் அமைந்துள்ளது. வட்டங்களின் விட்டம் மின்னழுத்தச் சதுர (V^2) விகிதத்தில் இருக்கும் இயல்பான மற்றும் கணிசமான குறைந்த மின்னழுத்தத்தில், இதன் வட்டம் மிகப் பெரிதாக இருப்பதால் நடைமுறையில் படம் 4.6-ல் காட்டியுள்ளபடி நேர் கோட்டுப் பண்பினையே கொள்ளலாம்.

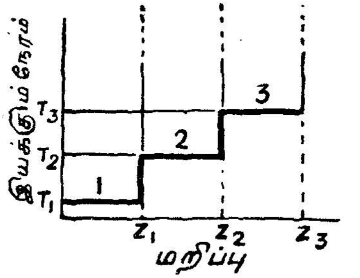


படம் 4.7

திசைப் பணிப்பு உணர்த்தியின் இயல்பு

1. செயற் பண்பு
2. எதிர்நிலைத் திருக்கப் பரப்பு
3. நேர்நிலைத் திருக்கப் பரப்பு

தொலைவு உணர்த்திகளை மின்பாதைக் காப்பிற்குச் செயற் படுத்தும்போது படம் 4·8-ல் உள்ளவாறு செயற்படும் நேரம், மறிப்புப் பண்பு இவைகளின் ஒப்புமையைக் காட்டலாம்.



படம் 4.8

மறிப்புவகைத் தொலை உணர்த்தியின் இயல்பு

1. Z_1 பகுதி (Z_1 unit)
2. Z_2 பகுதி
3. Z_3 பகுதி

இவ்வியல்பைப் படிமுறை (stepped) நேர-மறிப்பு இயல்பு என்பர். Z_1, Z_2 பகுதிகள் இரண்டும் முதன்மைக் காப்பாகவும், Z_2, Z_3 பகுதிகள் அடுத்த மின்பாதைக்கோ, அன்றி மின்வாய்க்

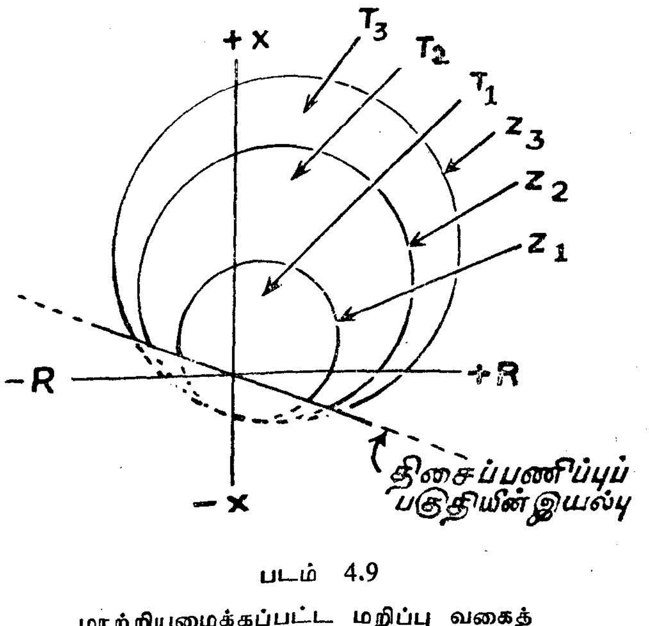
கட்டைக்கோ பின்னணிக் காப்பாகவும் அமைவதைப் பின்னர் படிக்கலாம்

மாற்றியமைக்கப்பட்ட (Modified) மறிப்பு-வகைத் தொலைவு உணர்த்திகள்

மறிப்புணர்த்திப் பகுதியின் பண்பு இடம் பெயர்க்கப்பட்டதைத் தவிர, மற்றபடி மாற்றியமைக்கப்பட்ட மறிப்பு-வகைத் தொலைவு உணர்த்திகள், மறிப்பு வகையை ஒத்ததே.

" மின்னோட்டப் புறஞ்சரிப்பால் " (current bias) இவ்விடப் பெயர்ப்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இம் மின்னோட்டப் புறஞ்சரிப்பு என்பது மின்னழுத்தத் தோற்றுவாயுள் மின்னோட்டச் சதுரத்திற்கு (I^2) விகிதமுள்ள மற்றொரு மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்தப் பெறுவதேயாகும்.

இதனால், திருக்கச் சமன்பாடு $T = K_1 I^2 - K_2 (V + CI)^2$ என்றமையும்.



படம் 4.9

மாற்றியமைக்கப்பட்ட மறிப்பு வகைத் தொலைவு உணர்த்தியின் இயல்பு

இதில் (V + CI) என்ற தொடர் 'C' தொடரில் ஒரு நிலைக் கோணத்தையும், V, I இவற்றிடை θ கோணத்தையும் உள்ளிட்டு

V, CI இவற்றை நெறிய முறையில் கூட்டப்பட்ட வே. நி. கு' மதிப்பு ஆகும்.

இச் சமன்பாட்டின்படி ஏற்படும் வட்டம் படம் 4·9-ல் உள்ளவாறமையும்.

இத்தகைய புறஞ்சரிப்பால், இயல்பு வட்டத்தை மூலத்திற்கு எத்திசையிலும் ஏன்-மூலம் வட்டத்திற்கு வெளியே அமையும்படி கூட அமைக்கலாம். சுற்றதர் உறுப்புகளின் நிறைநிலைத் தன்மையினுல் புறஞ்சரிப்பில் சில சிறு மாறுதல்கள் ஏற்படலாம். இதனுல்தான், நடைமுறையில் மூலத்து வழியாக வட்டம் செல்லுமாறு அமைக்கப்படுவதில்லை. ஆகவே, ஒரு தனிப்பட்ட திசைப்பணிப்புப் பகுதி (a separate directional unit) இதற்குத் தேவைப்படுகிறது.

மற்றபடி இவ்வுணர்த்தி, மறிப்பு வகை உணர்த்தியேயாதலின், மேலும் இதைப்பற்றிய விளக்கம் தேவையில்லை.

எதிர் விணைப்பு வகைத் தொலைவு உணர்த்தி (The Reactance Type Distance Relay)

எதிர் விணைப்பு வகைத் தொலைவு உணர்த்தியின் எதிர் விணைப்பு உணர்த்திப் பகுதி நேர் நிலைத் திருக்கத்தை உண்டாக்கக்கூடிய ஒரு மிகை மின்னோட்ட உறுப்பிணையும். மின்னோட்டம் மின்னழுத்தம் இவற்றிற்கிடையுள்ள தறுவாய்க் கோணத்தையொட்டி மிகை மின்னோட்ட உறுப்பிற்கு உதவியாகவோ, அல்லது எதிர்த்தோ செயற்படும் ஒரு மின்னோட்ட மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உறுப்பிணையும் கொண்டது. அதாவது, எதிர் விணைப்பு உணர்த்தி என்பது திசைப்பணிப்புத் தடையுள்ள (directional restraint) ஒரு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியே. மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத் திற்கு 90° பின்தங்கும்போது, பெரும அளவு எதிர் நிலைத் திருக்கத்தை உண்டாக்குமாறு திசைப்பணிப்பு உறுப்பு அமைக்கப் படுகிறது.

கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவை—K_3 என்று கொள்வே மானுல், திருக்கச் சமன்பாடு $T = K_1 I^2 - K_2 VI \sin\theta - K_3$ என்ருகும்.

இங்கு V-னின்றும் I பின்தங்கும்போது θ நேர்நிலை என்று கொள்ளப்படுகிறது. சமநிலைப் புள்ளியில், நிகரத் திருக்கம் = 0;

ஆகவே $K_1 I^2 = K_2 VI \sin\theta + K_3$

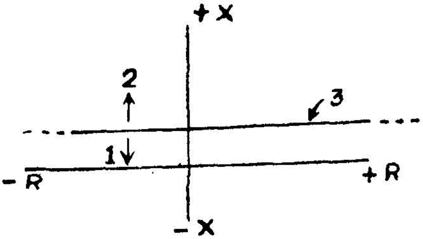
அல்லது $K_1 = K_2 \frac{V}{I} \sin\theta + \frac{K_3}{I^2}$

ஆக $\frac{V}{I} \sin\theta = Z \sin\theta = X = \frac{K_1}{K_2} - \frac{K_3}{K_2 I^2}$ என்றாகிறது.

கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவைப் புறக்கணிக்க,

$$X = \frac{K}{K_2} = \text{நிலை எண்.}$$

இவ்வுணர்த்தியின் பண்பினை படம் 1·10 காட்டுகிறது.



படம் 4·10

எதிர் வினைப்பு உணர்த்தியின் இயல்பு

1. நேர்நிலைத் திருக்கம் 2. எதிர் நிலைத் திருக்கம் 3. செயற் பண்பு

மறிப்பில் மின்தடைக்கூறு (resistant component) உணர்த்தியின் இயக்கத்தில் ஒருவித விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை என்பதை இப் பண்பினின்று தெளிவாகக் காணலாம். செயற் பண்புக்குக் கீழே (R அச்சுக்கு மேலேயோ கீழேயோ) அமையும் எந்தப் புள்ளியும், நேர் நிலைத் திருக்க வட்டாரத்தில் அமையும். கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவை எடுத்துக் கொண்டால், இவ்வியல்பு, R அச்சு நோக்கித் தாழ்வாக வரும். வழக்கமாக இதன் விளைவு கொள்ளப்படுவதில்லை. இதன் திருக்கச் சமன்பாடு பொது அமைப்பான,

$$T = K_1 I^2 - K_2 VI \cos(\theta - \tau) - K_3$$

என்ற சமன்பாட்டில் இருந்து τ-ன் மதிப்பு 90° தவிர வேறொரு மதிப்பில் இருந்தால் இப்போதும் நேர்கோட்டுப் பண்பு கிடைக்கும். ஆனால் அது R அச்சு இணையாக அமையாது இப் பொதுப் படிவ உணர்த்தி " கோணமறிப்பு உணர்த்தி " என்றழைக்கப்படுகிறது.

மின்பாதைக்காப்பிற்கு மறிப்புவகை உணர்த்தியை போன்று இவ்வெதிர்வினை வகைத்தொலைவு உணர்த்திகள் ஓர் எளிய வகை திசைப்பணிப்பு உணர்த்திப் பகுதியைக் கொண்டிருக்க முடியாது. ஏனெனில் ஒருமைத் திறன் கெழுவிலோ அல்லது அதற்கு அருகில் இயல்பான மின் சுமை இருக்கும்போதோ இவ்வெதிர்வினை உணர்த்திகள் திறப்பினை உண்டாக்கும். இயல்பான மின் சுமை நிலைகளில் இயங்காதவாறுள்ள திசைப்பணிப் புணர்த்திப் பகுதி, இவ்வெதிர்வினை உணர்த்திகட்குத் தேவைப்படுகிறது. இக் கருத்துக்காக இப் பகுதி திசைப்பணிப்பு உறுப்பிற்குத் தடை கொடுக்கும் வண்ணம் ஒரு மின்னழுத்தத் தடை உறுப்பைக் கொண்டுள்ளது. இதனையே "மோ" (mho) என்கிறோம். மேலும் இது ஒரு மின்னழுத்தத் தடையுள்ள திசைப் பணிப்புணர்த்தி என்றும் கூறலாம். எதிர்வினைப்பு வகைத்தொலைவு உணர்த்தியுடன் இதைப் பயன்படுத்தும்போது, இப்பகுதி தொடக்கப் பகுதி (starting unit) என்று வழங்கப்படும். கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவை-K_3 என்று கொண்டால் இத்தடைப் பகுதியின் திருக்கச் சமன்பாடு

$T = K_1 VI \cos(\theta - \tau) - K_2 V^2 - K_3$ என்றமையும் இவண் θ, τ இவை இரண்டும் V ஐ-I பின்னிடும்போது நேர் நிலையாகக் கொள்ளப்படும்.

சமநிலைப் புள்ளியில், நிகரத் திருக்கம் = 0 ; ஆகவே,

$K_2 V^2 = K_1 VI \cos(\theta - \tau) - K_3$ என்றமையும் ; இதனை K_2 VI ஆல் வகுக்க,

$$\frac{V}{I} = Z = \frac{K_1}{K_2}\cos(\theta - \tau) - \frac{K_3}{K_2 VI}$$ என்றமையும்.

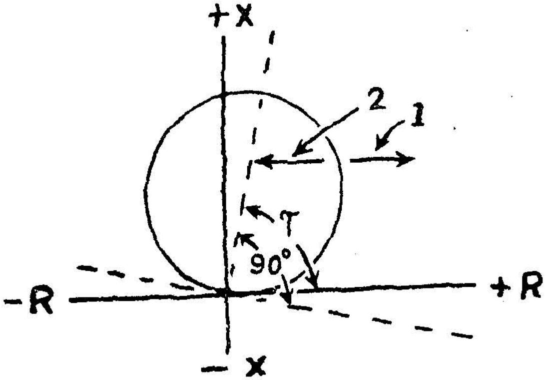
கட்டுப்படுத்துச் சுருளின் விளைவை நீக்க,

$$Z = \frac{K_1}{K_2}\cos(\theta - \tau)$$ என்றாகும்.

இச் சமன்பாட்டின்படி வரையப்பட்ட செயற் பண்பு படம் 4·11-ல் உள்ளவாறு அமையும். இவ்வட்டத்தின் விட்டம், மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் இவைகளைச் சார்ந்திருப்பதில்லை.

ஒரு முழு எதிர்வினை உணர்த்தி வகையின் செயற் பண்புகள் படம் 4.12 உள்ளபடி அமையும். படம் 4·5-ல் மறிப்பு உணர்த்திக்குக் காட்டியுள்ளபடி, பல்வகைப் பகுதிகளையும் இணைப்பதனால்

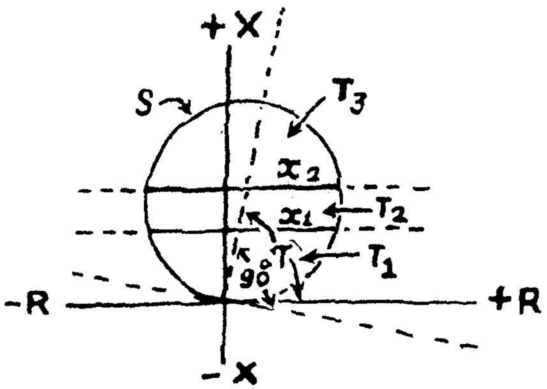
இவ்வியல்புகள் பெறப்பட்டன. இங்கே, திசைப்பணிப்புத் தொடக்கப்பகுதி (S) இரண்டு பணிகளைச் செய்வதைக் குறிப்பிட



படம் 4.11

மோ வகை உணர்த்தியின் பண்பு

1. எதிர்நிலைத் திருக்கம் 2. நேர்நிலைத் திருக்கம்



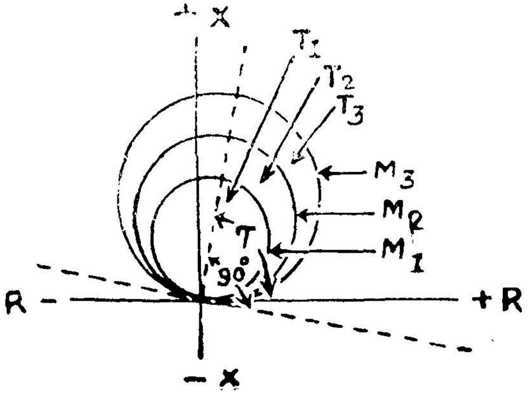
படம் 4.12

எதிர் வினை வகை தொலைவு உணர்த்தியின் பண்பு

வேண்டும். திசைப்பணிப்பு மட்டுமின்றி இயற்கையாகவே தன்னகத்துக் கொண்டுள்ள திசைப்பணிப்பு உணர்வால் தொலைவு அளவிடுவதிலும் பயன்படுகிறது. நேர-மறிப்பு இயல்பு, படம் 4·8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்றதே.

மோ வகைத் தொலைவு உணர்த்திகள்

மோ பகுதி (Mho unit) ஏற்கனவே விளக்கப்பட்டது. இதன் செயற் பண்புகளும் அறியப்பட்டன. தூண்டல் உருளை அல்லது இரட்டைத் தூண்டல் கண்ணி அமைப்புகள் இவ்வுணர்த்தி வகைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்பாதைக் காப்பிற்கான, தொலைவுணர்த்தியின் முழு அமைப்பு வெகு விரைவு மோ பகுதிகள் M_1, M_2, M_3 ஆகிய மூன்றினையும், நேர உணர்த்திப் பகுதி ஒன்றினையும் கொண்டு, மறிப்பு வகைத் தொலைவு உணர்த்திக்குக் காட்டியபடி இணைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆனால், இவ் விணைப்பில், திசைப்பணிப்புப் பகுதி தேவைப்படுவதில்லை. ஏனெனில், மோ பகுதிகள் இயல்பாகவே திசைப்பணிப்புடையன. இவ்வுணர்த்தி முழுமைக்கான செயற் பண்புகளைப் படம் 4·13 காட்டுகிறது.



படம் 4.13

மோ வகை உணர்த்தியின் செயற் பண்பு

இவ்வுணர்த்தியின் செயற்படும் நேரம்—மறிப்பு இவற்றின் ஒப்புமையைக் காட்டும் பண்பும், மறிப்பு முறைத் தொலைவுணர்த்தியின் இதற்கான பண்பும் ஒன்றே (படம் 4·8). முன்னர் விளக்கப்பட்ட 'மின்னோட்டப் புறஞ்சரிப்பு, உதவியால், 'மோ' உணர்த்தியின் பண்பு வட்டமும் R — X படத்தில் மூலத்தைச் சுற்றி அமையுமாறோ, அல்லது வட்டத்திற்கு வெளியே மூலம் அமையுமாறோ செய்யலாம்.

5. தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு

(PILOT RELAYING)

இதுவரை கூறப்பட்ட உணர்த்தி முறைகளில் பொதுவாக உணர்த்தி அமைக்கப்பட்ட இடத்திலுள்ள மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களே பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால், வேற்றுமை உணர்த்திகளை மின்பாதைக்கு அமைப்பதெனில் இவ்வகை இயலாததாகும். ஏனெனில், மின்பாதையின் முனைகள் ஒன்றுக் கொன்று நீண்ட தூரத்தில் இருப்பதால், மின்னோட்ட மாற்றியின் துணைமைகளை இணைத்தல் இயலாது. ஆகவே, ஒரு மின்பாதை யின் ஒருபுறமிருந்து, மறுபுறத்திற்குத் தகவலைக் கூறும் அமைப்பு களைக் கொண்டு இக் காப்பமைப்புச் செயல் பயன்படுத்தப்படு கிறது. இது தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு என்று கூறப் படும்.

தகவலைச் செலுத்துகின்ற வழியையொட்டி இது இருவகைப் படும் :

(1) நிலச் செலுத்துக் கம்பி வழி (Pilot Wires) : இது மின் அமைப்பில் அதிர் வெண்ணில் (system frequency) இயங்குகிறது. இதற்கென தனியாகக் கடத்திகள் தேவை.

(2) ஊர்தி மின்னோட்ட வழி (Carrier Current Channels) : இது உயர் அதிர்வெண் மின்னலைகளில் (high frequency waves) மின்பாதையின் கடத்திகளைக் கொண்டு இயங்குகிறது.

தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு கீழ்க்காணும் கோட்பாடு களில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பின்பற்றி இயங்கும்.

1. மின்னோட்ட ஒப்புமை (Current Comparison)

இதில் மின்பாதையின் ஒரு முனையினுள் செல்லும் மின் னோட்டம், அடுத்த முனையில் அது வெளியேறும்போதுள்ள

அளவுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. இரு முனைகளிலும் உள்ள மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவினும் நெறிய அமைப்பில் வேறுபட்டால் இவ்வேறுபாடு மின்பிழையினுல் ஏற்பட்டதே என்பதை உணர்ந்து, இரு முனைகளிலும் உள்ள உணர்த்திகள் இயங்கி. அவைகளின் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகள் திறக்குமாறு செய்கின்றன. இயல்பான நிலையில் இவ்வேறுபாடு மிகவும் குறைந்த அளவில் இருப்பதால், உணர்த்திகள் இயங்கா. இவ்வமைப்பிற்கு நேர நீட்சி கொண்ட மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளைப் பின்னணிக் காப்பாக அமைத்தல் வேண்டும்.

மின்பாதையில் உள்ள ஒவ்வொரு கம்பிக்கும் தனித்தனியாக இம் மின்னோட்ட ஒப்புமை அமைப்பை அமைக்கலாம் அல்லது சுழி வரிசை (zero sequence) மின்னோட்டங்களை ஒப்பிட்டுத் தரைப் பிழைகட்குமட்டும் காப்பளித்துவிட்டு, பின்னணிக் காப்பமைப்பு உணர்த்திகள் மற்ற பிழைகட்கியங்குமாறு அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

2. தறுவாய் ஒப்புமை (Phase Comparison)

இதுவும் மின்னோட்ட ஒப்புமை போன்றதே. இதில், இரு புறங்களிலும் உள்ள மின்னோட்ட அளவுகளை ஒப்பிடுவதற்குப் பதிலாக அவைகளின் தறுவாய்க் கோணம் மட்டும் ஒப்பிடப்படுகிறது.

3. திசைப் பணிப்பு ஒப்புமை (Directional Comparison)

தன்னுடைய மின்பாதையிலோ, அல்லது அதற்கு அடுத்த மின்பாதையிலோ மின் பிழை ஏற்படும்போது, மின்பிழையின் திசையை உணர்த்த 'பிழை—திசைப்பணிப்பு' உணர்த்திகள் மின்பாதையின் இருபுறமும் அமைக்கப்படுகின்றன. தன் பாதையில் மின்பிழை ஏற்படுமாயின் இது தக்கவாறு அறிவித்து, உடனே சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைத் திறப்பு ஏற்படுத்தச் செய்கிறது.

4. மாற்றப்பட்ட திறப்பு (Transferred Tripping)

மின்பாதையின் இருபுறமும் உள்ள ஓர் எளிய உணர்த்தி காப்புறும் மின்பாதையில் பிழை உண்டென உறுதியாக உணர்த்திஞல், உடனே பிழைக்கு மிக அருகில் உள்ள பிரிப்பியில் திறப்பு ஏற்படுத்தி, பின்னர் அடுத்த முனையிலும் திறப்பு ஏற்படச் சைகையை அடுத்த முனைக்கு அனுப்புகிறது.

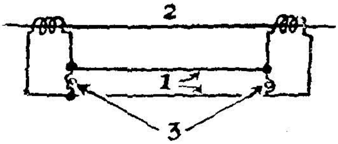
நிலச் செலுத்துக் கம்பி வழி பயன்படுத்தும்போது, பொதுவாக, மின்னோட்ட ஒப்புமை முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஊர்தி

மின்னோட்ட வழி பயன்படுத்தப்படும்போது தறுவாய் அல்லது திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன மாற்றப்பட்ட திறப்பு முறை மிகவும் அரிதாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

நிலச் செலுத்துக் கம்பி—ஒப்புமை உணர்த்தி

மின்னோட்ட ஒப்புமை முறை இரு வகைப்படும். அவை "மின்னோட்டச் சுற்றோட்ட முறை" (Current Circulating Scheme) என்பதும் " எதிர்ப்பு மின்னழுத்த முறை " (Opposed Voltage Scheme) என்பது ஆகும்.

மின்னோட்டச் சுற்றோட்ட வகை : இவ்வகையின் எளிய அமைப்பினைப் படம் 5·1 காட்டுகிறது.



படம் 5.1

நிலச் செலுத்துக் கம்பி உணர்த்தியின் மின்னோட்டச் சுற்றோட்டவகை

1 தகவல் செலுத்துக் கம்பிகள்
2. மின்பாதையின் கடத்தி
3. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திச் சுருணைகள்.

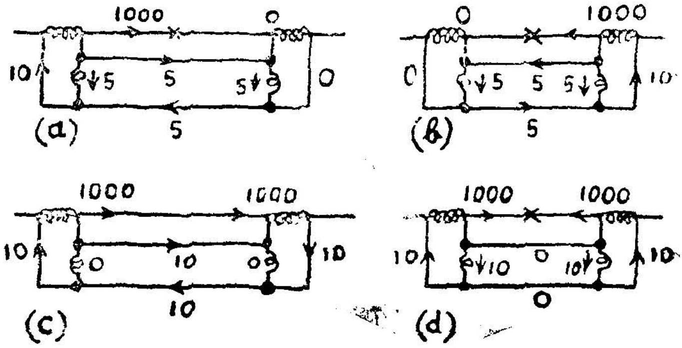
இவ்வகையின் இயக்கத்தை ஆயுமிடத்து,

(1) உணர்த்திச் சுருணையின் (relay winding) மதிப்பை ஒப்பிடும்போது நிலச் செலுத்துக் கம்பியின் மதிப்பைப் புறக்கணிக்கலாமென்றும்,

(2) மின்னோட்ட மாற்றிகளின் துணைமைச் சுருணைகளை நிலையான மின்னோட்டத் தோற்றுவாய்கள் (Constant current source) என்றும் கொள்ளவேண்டும். மேற்கண்ட பாவனையினால் ஒவ்வொரு மின்னோட்ட மாற்றியின் மின்னோட்டமும் இரண்டு உணர்த்திகட்கும் சரிபாதியாகப் பிரிவதைப் படம் 2 (a), (b) காட்டுகிறது.

இயல்பான நிலையிலும், வெளி நிகழ் மின்பிழை நிலையிலும் உணர்த்தியினுள் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. உள்நிகழ் மின் பிழையின்போதுதான், இரு உணர்த்திகளிலும் மின்னோட்டம் பாய்ந்து, சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளை இயக்கித் திறப்பினை உண்டாக்கு கிறது. இதனைப் படம் 2 (a), (b), (c), (d)-ல் காணலாம்

நடைமுறையில் உள்ள இவ்வகையின் கருவியைப் படம் 5.3 காட்டுகிறது. நிலச் செலுத்துக் கம்பியின் ஒவ்வொரு முனையிலும்



படம் 5·2

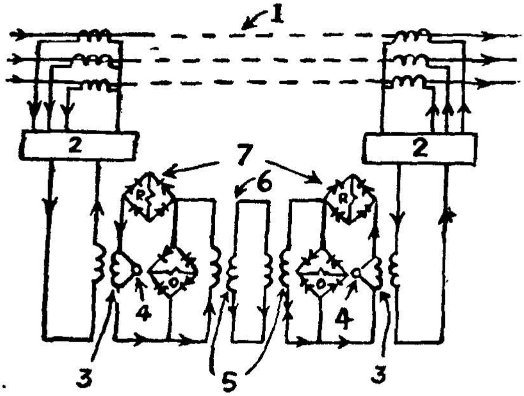
மின்னோட்டச் சுற்றோட்ட வகை உணர்த்தியின் செயல்

(a) உள்நிகழ்பிழை இடப்புறமுனையிலிருந்து மட்டும் செலுத்தப்படுகிறது.
(b) உள்நிகழ்பிழை வலப்புறமுனையிலிருந்து மட்டும் செலுத்தப்படுகிறது.
(c) நேரடி மின்னோட்டம் (Through Current)(வெளி பிழை)
(d) உள்நிகழ்பிழை இருபுறமிருந்தும் சமமாக செலுத்தப்படுகிறது.

உள்ள உணர்த்தி நேர்-மின்-நிலைக் காந்த முனைமையுற்ற திசைப் பணிப்பு வகையாகும். இதில் 'O' என்பது இயக்கும் சுருள்; R என்பது தடைசெய் சுருள். முனைமையுற்ற உணர்த்தியின் மின்னகத்தின் மேல் இவ்விரு சுருள்களும் எதிர்த் திசையில் செயல்படுகின்றன. இச்சுருள்கள் முழு அலை திருத்தியின் மூலம் மின்னேற்றம் பெறுகின்றன. இங்கு மிகுந்த கூருணர்வு பெற, ஒரு திருத்தப்பெற்ற அலை மின்னிலையைக் கொண்ட நேர்மின் திசைப் பணிப்பு உணர்த்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அடிப்படையில் இவ்வுணர்த்தி ஒரு திசைப்பணிப்பு வகையாய் இருந்தபோதிலும், இது உயர்ந்த கூருணர்வுடைய ஒரு மின்னோட்டச் சமநிலை உணர்த்தியின் விளைவைத் தருகிறது. தறுவாய் வரிசை வடிவிகள் (phase sequence filters) முத்தறுவாய், தரை மின்னோட்டங்களை ஒற்றைத் தறுவாய்க் கூறுகளாக மாற்றுகின்றன. நிறைநிலைத் தன்மை மின் மாற்றிகள், தகவல் செலுத்துச் சுற்றதரின்மேல் செலுத்தப்படுகின்ற மின்னழுத்தத்தின் வே. நி. கு. அளவை வரையறைப்படுத்துகின்றன. நியான் (Neon) விளக்குகள் மின்னழுத்தப் பெருமத்தினை வரையறைப் படுத்துகின்றன.

மின்னாற்றல் ஒருபுறமிருந்துமட்டுமே செல்லும் நிலையில், ஓர் உள்நிகழ் மின்பிழைக்கு இக் கருவி மின்பாதையில் இருபுறமும்

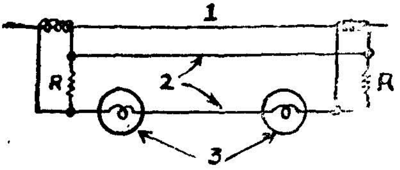


படம் 5·3

மின்னோட்டச் சுற்றோட்ட உணர்த்தியின் இணைப்புகள்

1. மின்பாதை 2. சுழல்வரிசை வடிகருவி (Phase sequence filter) 3. நிறைநிலை (Saturating) மின்மாற்றி 4. நியான் விளக்கு 5. மின்காப்பிடு மின்மாற்றி (Insulating Transformer) 6. நிலச் செலுத்துக் கம்பிகள் 7. மாறு-அலை திருத்திகள்.

உள்ள பிரிப்பிகளைத் திறக்கச் செய்யும் இயல்புடையது. இருபுறமும் பிரிக்கப்படும் தன்மை, குறுக்குச் சுற்றதரின் மின்னோட்ட அளவைப் பொறுத்தும், தகவல் செலுத்துச் சுற்றதரின் மறிப்பைப் பொருத்தும் உள்ளது.



படம் 5·4

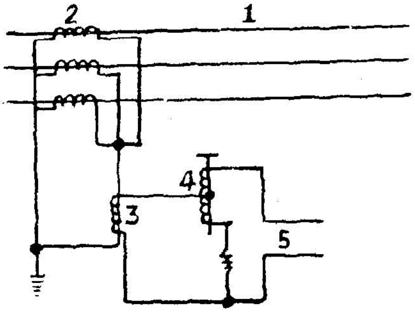
எதிர்ப்பு மின்னழுத்த வகை உணர்த்தி

1. மின்பாதைக் கடத்தி
2. நிலச் செலுத்துக் கம்பி
3. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள்.

எதிர்ப்பு — மின்னழுத்த வகை

இயல்பான அல்லது வெளிநிகழ் மின்பிழையின்போது, இவ்விரண்டு மின் தடைகட்கிடையே உண்டாகும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியும் (I R drop) சமம். ஆகவே, நிலச் செலுத்துக் கம்பியில்

மின்னோட்டம் இராது. உள்நிகழ் மின் பிழை ஏற்படின் அம் மின்னழுத்தக் குறைவு வேறுபட, அதனுல் நிலச் செலுத்துக் கம்பி வழியாக உணர்த்திகட்கு மின்னோட்டம் செல்கிறது. இதனைப் படம் 5.4 காட்டுகிறது. இதுவரை காட்டப்பட்ட நிலச் செலுத்துக் கம்பி அமைப்பு ஒரு கடத்திக்கே ஆகும். முத்தறுவாய் மின்பாதைக்



சுழி வரிசை மின்னோட்டம் பெறும் முறை

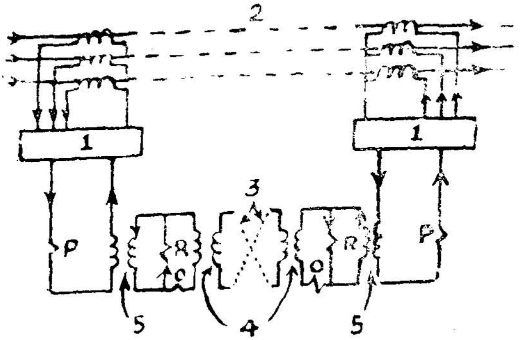
1. மின்பாதை
2. தலைமை மின்னோட்ட மாற்றிகள்
3. மின்காப்பிடு மின்னோட்ட மாற்றி
4. உணர்த்தி
5. நிலச் செலுத்துக் கம்பி

படம் 5·5

காப்புக்குச் சில வேளைகளில், இம் மாதிரி மூன்று சுற்றதர்கள் கொள்ளப்படுகின்றன. தறுவாய்க்கொரு கம்பியாக மூன்றும், திரும்புப் பாதைக்கு (return) ஒன்றுமாக நான்கு நிலச் செலுத்துக் கம்பிகள் தேவைப்படுகின்றன. இரு நிலச்செலுத்துக் கம்பிகள் மூலம் மின்பாதையின் இருபுறமுள்ள சுழி—தறுவாய்—வரிசை மின்னோட்டங்களை ஒப்பிடுவதன்மூலம் சில வேளைகளில் தரைப் பிழைகளுக்கு மட்டுமே காப்பு அளிக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் தரை மின் பிழைகளே நிகழக்கூடும் என்ற கணிப்பில் இம்முறை அமைக்கப்படுகிறது. தரையுள்ளிடப்பெரு மற்ற சில பிழைகளைப் பின்னணிக்காப்பு உணர்த்திகள் களையும். சுழி வரிசை மின்னோட்டங்களைப் படம் 5·5-ல் காட்டியுள்ளவாறு பெறலாம்.

எதிர்ப்பு—மின்னழுத்தத்தின் சிறந்த வகை கொண்ட ஒரு கருவியைப் படம் 5·5 காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு முனையிலும் இருக்கும் உணர்த்தி, அலை மின் திசைப்பணிப்பு வகை உணர்த்தியாகும். இதில், ஒரு பொது முனைமையாக்குத் தோற்றுவாயும், ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் இயங்குமாறு திசைப்பணிப்பு உறுப்புகள் இரண்டும் உள்ளன. தறுவாய்க்கோண விளைவு தவிர, மற்றபடி இது ஒரு மிகுந்த கூருணர்வுடைய சமநிலை-வகை உணர்த்தியே. ஒவ்வொரு முனையிலும் உள்ள "கலக்கும் மின் மாற்றி" (mixing transformer) எல்லா வகைப் பிழைக்கும் ஒற்றைத் தறுவாய்க் கூற்றினைத் தருகிறது. நிலச் செலுத்துச் சுற்றதரில் பதிக்கப்பெறும் (impressed) மின்னழுத்தத்தின் வே.நி.கு. அளவை

"கலக்கும்" மின்மாற்றியின் நிறை நிலை வரையறைப்படுத்துகிறது. கலக்கும் மின் மாற்றியின் குறுக்கே இணைக்கப்படும் சுற்றதரின் மறிப்பு, மின்னழுத்தத்தின் பெரும் அளவை வரையறைப்படுத்து கிறது.



படம் 5·6

எதிர்ப்பு மின்னழுத்த உணர்த்தியின் இணைப்புகள்

1. கலக்கும் மின்மாற்றி, 2. மின் பாதை, 3. நிலச் செலுத்துக் கம்பிகள், 4. மின்காப்பிடு மின்மாற்றிகள், 5. உள்ளிடு மின்மாற்றி, R. தடைசெய் சுருள், O. இயக்கும் சுருள், P. மின்னோட்ட முனைமையாக்கும் சுருள்.

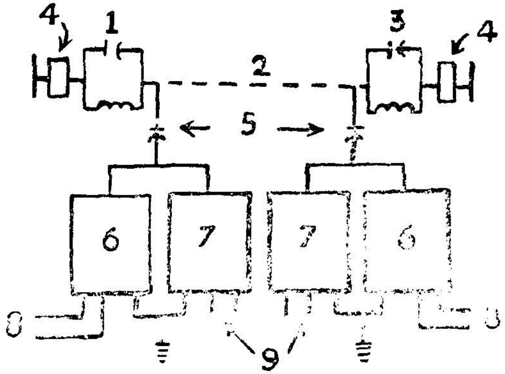
மின்னோட்டம் ஒருபுறத்திலிருந்து மட்டுமே செல்லும்போது ஏற்படும் மின் பிழைக்கு இக்கருவி இருபுறப் பிரிப்பிகளைத் திறக்காமல், எந்த முனையின் பிழை மின்னோட்டம் செல்லுகிறதோ, அந்த முனையில் உள்ள பிரிப்பியினை மட்டுமே திறக்கும். மறு முனையின் இயக்கும் மற்றும் தடை செய் சுருள்களில் மின்னோட்டம் சுற்றோட்டம் கொண்டாலும், இயக்கம் கொள்கிற அளவுக்கு முனைமையாக்குச் சுருளில் வேண்டிய அளவு மின்னோட்டம் இராது.

நிலச்செலுத்துக் கம்பி முறை சுமார் 10 கிலோ மீட்டர் தூரத்திற்கு மட்டும் சிக்கனமாக அமைகிறது. தூரம் அதிகமானால் ஊர்தி மின்னோட்ட வகை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஊர்தி - மின்னோட்ட வகை

இவ்வகையில் அடிப்படையாகத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது ஒன்று. அதாவது, நேர்முனையுள்ள மின்னழுத்த மொன்று, செலுத்தியின் (transmitter) கட்டுப்படுத்துச் சுற்றதரின் மேல் பதிக்கப்படும்போது, அஃதோர் உயர் அதிர்வெண்ணுடைய

எடுப்பு மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது. இந்த எடுப்பு மின்னழுத்தம் மின் பாதையில் ஒரு தறுவாய்க் கடத்திக்கும் தரைக்குமிடையே பதிக்கப்படுகிறது. இதனைப் படம் 5.7 காட்டு கிறது.



படம் 5·7

ஊர்திமின்னோட்ட வகை உணர்த்தி

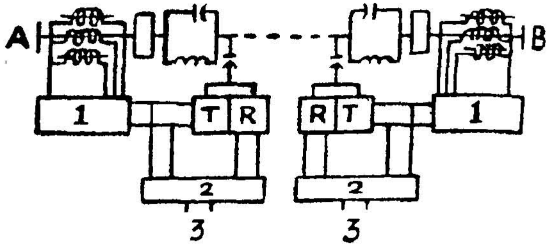
1. 3 : மின்பாதை வலை (Line trap), 2. மின்பாதை, 4. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, 5. பொருந்தும் கொண்மி (Coupling capacitor), 6. ஊர்தி மின்னோட்ட செலுத்தி (Carrier Current Transmitter), 7. ஊர்தி மின்னோட்ட வாங்கி, 8. கட்டுப்படுத்துச் சுற்றதர். 9. எடுப்புச் சுற்றதர் (Output circuit).

ஒவ்வோர் ஊர்தி - மின்னோட்ட வாங்கியும் (receiver) ஊர்தி மின்னோட்டத்தை நிலையச் (local) செலுத்தியினின்றும், அதே போல் அடுத்த முனையின் செலுத்தியினின்றும் பெறுகிறது. இதன் விளைவால், வாங்கி தான் பெற்ற ஊர்தி-மின்னோட்டத்தை நேர் மின்னழுத்தமாக மாற்றித் தேவையான செயல்களைச் செய்ய, ஓர் உணர்த்திக்கு அளிக்கிறது. ஊர்தி மின்னோட்டம் பெறப் படவில்லை என்றால், இம் மின்னழுத்தம் சுழியாகும். திறன் அதிர்வெண் (power frequency) மின்னோட்டங்கட்குப் புறக் கணிக்கக்கூடிய அளவு மறிப்பினையும், ஊர்தி அதிர்வெண் மின்னோட்டங்கட்கு மிக அதிகமான மறிப்பினையும் தரவல்ல இணையலையொன்று சுற்றதர்களைக் (Parallel resonance circuits) கொண்ட "மின்பாதை வலை" (line traps) ஒன்றினை படம் 5·7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவை ஊர்தி மின்னோட்டங்களைத் தேவை யான வழிகளிலே மட்டும் கொண்டு ஏனைய ஊர்தி-மின்னோட்டங் கட்கு இடையில் புகாமலிருக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தறுவாய் — ஒப்புமைக் காப்பமைப்பு

தறுவாய் — ஒப்புமையுணர்வுக் கருவி, தன்னுடைய தகவல் செலுத்தியைக் கொண்டு ஒரு மின்னோட்டம் மின்பாதையின் ஒரு புறத்தில் நுழையும்போதும் மறுமுனையில் வெளியேறும்போதும் உள்ள தறுவாய் மாற்றத்தை ஒப்பிடுகிறது. மின்னோட்டத்தின் அளவுகள் ஒப்பிடப்படுவதில்லை. இது ஒரு தலைமைக் காப்பமைப்பே; பின்னணிக் காப்பமைப்பினையும் இதனுடன் அமைத்தல் வேண்டும்.

இவ்வமைப்புக் கருவியின் முக்கியமான உறுப்புகள் படம் 5·8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 5·8

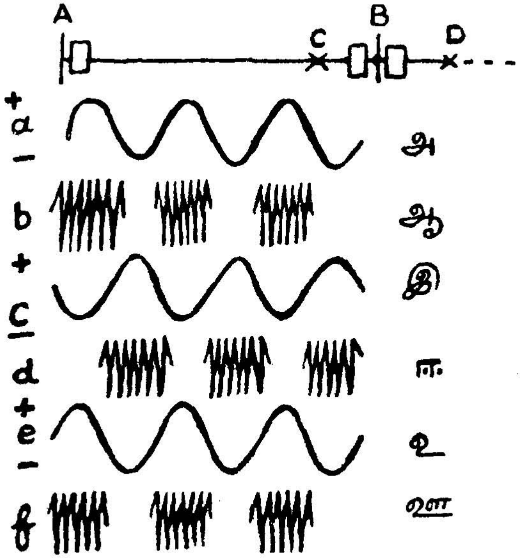
தறுவாய் ஒப்புமைக் காப்பமைப்பு

1. பின்னற் சுற்றதர் (Network) 2. ஒப்புமைப்படுத்தி 3. துணைத் திறப்பு உணர்த்திக்கு.

மின்பாதையின் மின்னோட்ட மாற்றிகள் ஒரு பின்னல் சுற்றதரைச் (network) செலுத்தி, அது மின்னோட்ட மாற்றியின் எடுப்பு மின்னோட்டங்களை ஓர் ஒற்றைத் தறுவாய் எதிர்வு (sinusoidal) எடுப்பு மின்னழுத்தமாய் மாற்றுகிறது. இம் மின்னழுத்தம் ஊர்தி மின்னோட்டச் செலுத்திக்கும் ஒப்புமைப்படுத்திக்கும் செலுத்தப்படுகிறது. ஊர்தி - மின்னோட்ட வாங்கியின் எடுப்பும்கூட ஒப்பீட்டுறுப்பிற்கே செலுத்தப்படுகிறது. சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் திறப்பிற்கமைக்கப்பட்ட துணை உணர்த்தியை இவ்வொப்பீட்டுறுப்பு கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்வுறுப்புகள், மின்பாதையின் இருபுறமுமுள்ள மின்னோட்டங்களின் தறுவாய்த் தொடர்புகளை (phase relation) ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒப்பிடுவதற்கு ஊர்தி மின்னோட்டச் சைகைகளைச் செலுத்தவோ, பெறவோ வழி செய்கின்றன.

மின் பாதையின் இருபுறமுள்ள பின்னல் சுற்றதரின் எடுப்பு மின்னழுத்தங்களின் தொடர்பையும் வெளிநிகழ், உள்நிகழ் மின் பிழைகளின் போது செலுத்தப்படும் ஊர்தி - மின்னோட்டச் சைகைகளையும் கவனிப்போம்.

இதனைப் படம் 5·9 காட்டுகிறது.



படம் 5·9

தறுவாய் ஒப்புமை உணர்த்தியின் செயல் விளக்கம்

(அ) C (அ) D-ல் ஏற்படும் பிழைக்குச் A-வில் உள்ள பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்.

(ஆ) C அல்லது D-ல் ஏற்படும் பிழைக்கு A-விலிருந்து B-க்குச் செலுத்தப்படும் ஊர்தி மின்னோட்டச் சைகை.

(இ) D-ல் ஏற்படும் பிழைக்கு, B-ல் உள்ள பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்

(ஈ) D-ல் ஏற்படும் பிழைக்கு B-விருந்து A-வுக்குச் செலுத்தப்படும் ஊர்தி மின்னோட்டச் சைகை.

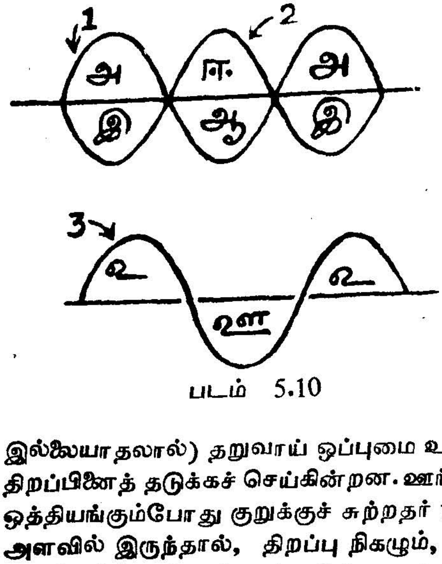
(உ) C-ல் ஏற்படும் பிழைகசு B-ல் உள்ள பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்

(ஊ) C-ல் ஏற்படும் பிழைக்கு B-விருந்து A-வுக்குச் செலுத்தப்படும் ஊர்தி மின்னோட்டம்.

படத்தில் காட்டியுள்ள மின் பாதையில் D எனுமிடத்தில் ஏற்படும் ஒரு வெளிநிகழ் மின் பிழைக்கு A, B நிலையங்களில்

உள்ள பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தங்கள் (a c அலைகள்) 180° தறுவாயிலியாக அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். இஃது ஏனெனில் இருபுறமுள்ள மின் ஓட்ட மாற்றியின் இணைப்புகள் எதிர்த்திசையில் மாற்றப்பட்டுள்ளன. செலுத்தியைக் கட்டுப்படுத்த அலைமின் அழுத்தம் பயன்படுத்தப்படுவதால், ஊர்தி மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் நேர்நிலை முனையை பெற்றுள்ள பாதி அலைகளில் மட்டுமே செலுத்தப்படுகிறது. A, B, யிலிருந்து செலுத்தப்படும் ஊர்தி மின்னோட்டச் சைகைகள் (b d அலைகள்) நேரத்தால் இடம் (diplaced in time)பெயர்க்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைக்கு எப்போதும் ஊர்தி மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டவாறே இருக்கும். இருந்தாலும் C-யில் ஏற்படும் உள்நிகழ் பிழைக்கு மின் பாதை மின்னோட்டங்கள் திசைமாறுவதால் B-ல் பின்னல் சுற்றதர் மின்னழூத்தம் திசை மாறுகிறது. இதனால் ஊர்தி மின்னோட்டம் ஒன்றுபோலவே (அலைகள் b, f) அமைகின்றன. ஆகவே, ஒவ்வொரு பாதி அலையின்போதும், எந்த ஒரு நிலையத்திலிருந்துமே சைகை அனுப்பப்படுவதில்லை.

ஊர்தி — மின்னோட்டச் சைகைகள் நேரத்தால் இடம் பெயர்ப்புற்றிருக்கும்போது (இதனால் சைகை செலுத்தப்படாத நேரமே



படம் 5.10

திறப்பினை உண்டாக்கவும் தடுக்கவும் கூடிய நிலைகள்

1. A-யில் பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்
2. B-யில் பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்

(அ) திறப்பினை A தடுக்கிறது
(ஆ) திறப்பினை உண்டாக்க A முயல்கிறது
(இ) திறப்பினை உண்டாக்க B முயல்கிறது
(ஈ, திறப்பினை R தடுக்கிறது

3. A, B இல் பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தம்

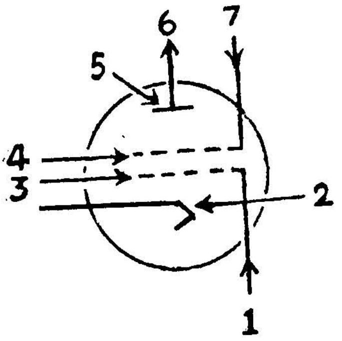
(உ) A, B திறப்பினைத் தடுக்கிறது
(ஊ) A B திறப்பினை உண்டாக்க முயல்கிறது

இல்லையாதலால்) தறுவாய் ஒப்புமை உணர்த்திகள் இருபுறத்திலும் திறப்பினைத் தடுக்கச் செய்கின்றன. ஊர்தி மின்னோட்டச் சைகைகள் ஒத்தியங்கும்போது குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் போதுமான அளவில் இருந்தால், திறப்பு நிகழும், படம் 5·10-ஐக் காண்க. இதில், பின்னற் சுற்றதர் மின்னழுத்தங்கள் மேற் பதிக்கப்படும்.

போது (super imposed) அதனுல் ஏற்படும் திறப்பு-தடுப்பு நிகழ்வுகளையும் காணலாம்

படம் 5.9, 5.10-ல் காட்டியபடி, ஒரு நிலையத்தில் உள்ள கருவி, தடுப்பு ஊர்தி மின்னேட்டச் சைகையைப் பாதி அலையில் செலுத்தியபின், செலுத்துவதை நிறுத்திவிட்டு, அந்த பாதி அலையில் திறப்பு நிகழ்த்த முயல்கிறது. ஊர்தி மின்னேட்டம் அடுத்த நிலையத்திலிருந்து இந்தப் பாதி அலையில் வரவில்லையென்ருல், இக் கருவி பிரிப்பியை இயக்கித் திறப்பினை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனுல், இவ்விடைவெளியில் நிலைய ஊர்தி மின்னேட்டச் செலுத்தி செயற்பாடின்றியிருக்கையில், அடுத்த நிலையத்திலிருந்து ஊர்தி மின்னேட்டம் பெற்ருல் திறப்பு நிகழ்வதில்லை.

தறுவாய் ஒப்புமை அமைப்பின் மிக முக்கியமான உறுப்பு ஒப்புமைப்படுத்தி என்பதாகும். இதன் ஒரு வகையைப் படம் 5·11 காட்டுகிறது. இது வெற்றிடக் குழல் வகை.



படம் 5·11

ஒப்புமைப்படுத்தி

1. நிலைய ஊர்தி மின்னேட்ட வாங்கியிடமிருந்து
2. எதிர் மின்வாய்
3. தடைசெய்யும் வலை (Restraining grid)
4. இயக்கும் வலை
5. நேர் மின்வாய்
6. துணை–பிரிப்பி உணர்த்திக்கு
7. நிலைய பின்னற் சுற்றதரிடமிருந்து.

நிலைய ஊர்தி மின்னேட்ட வாங்கி, மின் பாதையின் அடுத்த முனையிலிருந்து ஊர்தி மின்னேட்டம் பெறுவதால், எதிர்நிலை மின்னேட்டத்தைத் தடைசெய் வலைக்கு அதே நேரத்தில் செலுத்தவில்லை என்ருல், நிலைய பின்னற் சுற்றதரினுல் இயக்கும் வலைக்கு நேர்நிலை மின்னழுத்தம் செலுத்தும்போது ஒப்புமைப்படுத்தும் குழலானது மின்னழுத்தத்தைக் கடத்தும். குழல் கடத்துவதினுல் துணைத் திறப்புணர்த்தி தொட்டு, நிலையப் பிரிப்பியைத் திறக்கச் செய்கிறது. நிலையச் செலுத்தி செயற்படாதிருக்கும்போது, பின்னற் சுற்றதரின் எடுப்பு மின் அழுத்தத்தின் எதிர் நிலைப்பொழுதில் நிலைய ஒப்புமைப்படுத்தி மின் இயக்கும் வலைக்கு நேர்நிலை முனைமை செலுத்தப்படுகிறது. ஆகவே, நிலையச் செலுத்தி அங்கு

நிகழும் திறப்பைத் தடுக்கமுடியாது. ஊர்தி மின்னேட்டவாங்கி யிடமிருந்து வரும் பின்னழுத்தம் தடைசெய் வலையில் (Restraining grid) பதிக்கப்பட இதனுல் குழல் தான் கடத்துவதை நிறுத்துகிறது. இது இயங்கும் வலை (operating grid) மின்னுற்றல் பெற்றுள்ளதா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்தமையாது ஊர்தி மின்னேட்டம் பெறும்போதெல்லாம் நிகழும்

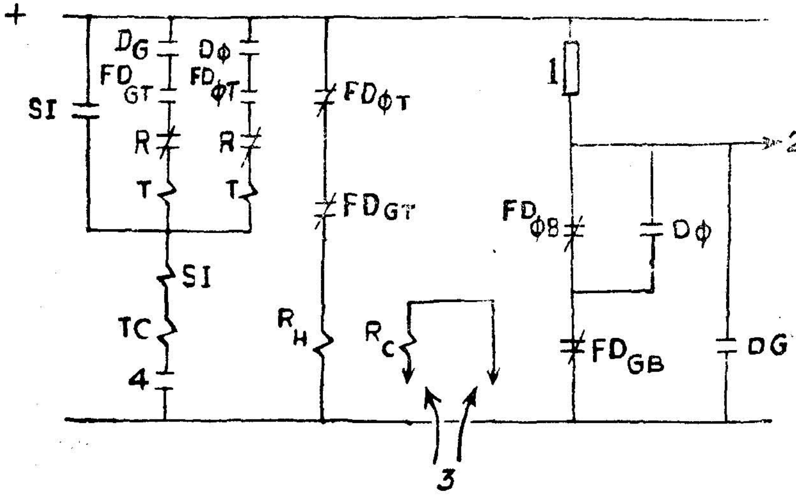
திருப்பினைத் தடுக்க, ஊர்தி மின்னேட்டங்கள் சரியாக எதிர்த் திசையில் இருத்தல் வேண்டுமென்ற கட்டாயமில்லை. தடுப்பு நிகழ்வுக்கு 35°-யும், திறப்புக்கு இதனினும் சற்று அதிகமாகவும் தறுவாய்ப் பெயர்ப்பு அமையலாம். தடுப்பு, திறப்பு இவற்றின் வெவ்வேறு கூருணர்வு மட்டத்தைப் பெற (different level) "பிழை ஒற்றிகள்" (fault detectors) அமைக்கப்படுகின்றன. இப் பிழை ஒற்றி மிகை மின்னேட்ட அல்லது தொலைவு உணர்த்தியாக இருக்கும். ஊர்தி-மின்னேட்டம் மின் அமைப்பு இயல்பான நிலையிலிருக்கும்போது செலுத்தப்படுவதில்லை. இதனுல் வெற்றிடக்குழல் நீண்ட நாட்கள் உழைக்கிறது. பிழை ஒற்றிகளின் ஒரு தொகுதி, பெருமச்சுமை மின்னேட்டத்திற்குச் சற்று அதிகமாகும் போது தொட்டு, ஊர்தி மின்னேட்டம் செல்லுவதற்கு இசைவாக இருக்கும்படி சரி செய்யப்படுகிறது. மற்றொரு தொகுதி மின்னேட்டம் இதனினும் சற்று மிகும்போது தொட்டு, ஒப்புமைப் படுத்தியின் செயற்கேற்ப திறப்புகள் நிகழ இசைவாக இருக்கும்படி சரி செய்யப்படுகிறது

இதிலிருந்து, தறுவாய்-ஒப்புமைச் செலுத்தி ஒரு தடுப்புத் தகவல் செலுத்தியே (blocking pilot) ஆகும் என்பதை உணரலாம். ஏனெனில், திறப்பு நிகழத் தகவல் செலுத்தியின் சைகை தேவைப்படுவதில்லை. செலுத்தி என்ற ஓர் அமைப்பு இல்லையென்றுல், இது திசைப்பணிப்பல்லா வெகு-விரைவு மிகை மின்னேட்ட உணர்த்தியாகச் செயற்படும். தகவல் செலுத்தி செயற்படத் தவறினுல் திறப்புகளைத் தடுக்காது; ஆனுல், திறப்பில் தெரிமை இராது; தேவையற்ற திறப்புகள் நிகழலாம்.

திசைப்பணிப்பு ஒப்புமையுணர்த்தி

நடைமுறையில் திசைப்பணிப்பு—ஒப்புமை வகை, தொலைவு உணர்த்திகளுடன் சேர்ந்து இயங்குகிறது ஏனெனில், தொலைவு உணர்த்திகள் பின்னணிக் காப்பமைப்பாகவும், சில உறுப்புகள் திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை கருவிக்கும் பொதுவாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள வாய்ப்பாகவும் இருக்கிறது.

திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை உணர்த்தியினுல் ஒரு முனையில் உள்ள திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி, குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு எப்படி மறுதலிக்கிறது என்பதை மறுமுனையில் உள்ள கருவிக்குத் தகவல் செலுத்தி அறிவிக்கிறது. இயல்பான நிலையில் எம்முனையிலிருந்தும் சைகைகள் செலுத்தப்படுவதில்லை. அண்டை மின் பாதைப் பிரிவில் குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படுமாயின், குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் மின்பாதைக்கு வெளிப்புறம் நோக்கிச் செல்லும் (அ – து) திறப்பு நிகழாத் திசையின் (non-tripping direction) முனையிலிருந்து சைகை அனுப்பப்படுகிறது. எந்த ஒரு நிலையத்திலிருந்து சைகை செலுத்தப்பட்டாலும் மற்ற நிலையங்களில் திறப்புத் தடுக்கப்படுகிறது. ஆனுல், காப்புப் பெறும் மின் பாதையில் குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படுமானுல் சைகை அனுப்பப்படுவதில்லை. இதனுல், குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் எந்த முனையில் பாய்கிறதோ, அந்த முனையில் பிரிப்பு நிகழ்கிறது. ஆகவே, இத் தகவல் செலுத்தி ஒரு தடுப்புத் தகவல் செலுத்தி எனப்படும். ஏனெனில் திறப்பு நிகழ தகவல் செலுத்தியின் சைகை தேவைப்படுவதில்லை.



படம் 5·12

திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை உணர்த்தி

1. மின்தடை 2. ஊர்தி மின்னோட்ட செலுத்திக்கு 3. ஊர்தி மின்னோட்ட வாங்கிக்கு 4. துணை இணைப்பி.

இந்த சைகை பாதி அலையில் மட்டுமே செலுத்தப்படும். தறுவாய் ஒப்புமை உணர்த்தி போலல்லாது, தோற்றுவிக்கப் பட்டபின் ஒழுங்காகச் (steady) செலுத்தப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு முனையிலும் அமைக்கப்படும் முக்கிய உறுப்புக் களைப் படம் 5·12 காட்டுகிறது.

கீழ்க்காணும் இரண்டினைத் தவிர, மற்ற தொடுமுனைகள் எல்லாம் இயல்பான சூழலில் உள்ள நிலையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

1. வாங்கி—உணர்த்தியின் பிடிப்புச் சுருள் (R)

இயல்பான நிலையில் மின்னுற்றல் பெற்றிருப்பதால், வாங்கி—உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள் (R) பிரிந்த நிலையில் இருக்க வேண்டும்.

2. பிரிப்பி இணைந்த நிலையில் இருக்கும்போது துணை இணைப்பி இணைந்த நிலையில் இருக்கவேண்டும். தறுவாய் உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள் (Dϕ) சுமை மின்னேட்டத்தின் திசையை ஒட்டி இணைந்தோ, பிரிந்தோ இருக்கலாம்.

இக் கருவி அமைக்கப்பட்ட இடத்தில் உள்ள அண்டை மின்பாதையின் மறுமுனையில் ஒரு குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படு வதாகக் கொள்வோம். குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் தடுப்புப் பிழைக்கு ஒற்றி உணர்த்தியை (blocking fault detector) (தறுவாய்ப் பிழைக்கு $FD\phi_B$, தரைபிழைக்கு FDGB) இயக்கும் அளவுக்கு அதிகமாக இருந்தால், இப்பிழையுணர்த்தி இயங்கி, ஊர்தி மின்னேட்டச் செலுத்தியின் கட்டுப்படுத்துச் சுற்றதரை நேர்மின் மின்வாய்க் கட்டையின் எதிர் நிலை இணைப்பினின்றும் துண்டிக்கிறது. இதன் இணைப்பு இப்போது நேர்நிலைபெறவே, மற்ற முனைகளில் திறப்பிணைத் தடுக்க, சைகையைச் செலுத்து கிறது. இந்த முனையில் திறப்பு நிகழ இயலாது. எப்படியெனில் திறப்புப்பிழை ஒற்றி (FD_{GT} அல்லது $FD_{\phi T}$) இயங்கினாலும்கூட,

திசைப்பணிப்பு உணர்த்தியின் தொடுமுனைகளைப் (D அல்லது Dϕ) பிரிக்கும் திசையில்தான் திறப்புச் சுற்றதரில் மின்னேட்டம் செல்கிறது. மேலும் FD_{GT} அல்லது $FD_{\phi T}$ யின் தொடுமுனை

பிரிக்கப்பட்டு, R_4 சுருள், மின்னுற்றலை இழக்கும்; அதே நேரத்தில், ஊர்தி மின்னேட்ட வாங்கியினால் R சுருள் மின்னுற்றல் பெற, வாங்கி உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள் பிரிந்த நிலையில் இருக்கும். மின்பாதையினுள் மின்னேட்டம் செல்லும் நிலையிலுள்ள மற்ற நிலையங்களிலும் பிழையின் வகையையொட்டித் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி தன்னுடைய தொடுமுனைகளைத் தொடும் என்பதைத் தவிர, மேற்கண்ட செயல்களே நடைபெற்றிருக்கும். இருந்த போதிலும் ஊர்தி மின்னேட்டச் சைகை பெற்றவுடன், R தொடு

முனைகள் பிரிந்த நிலையிலேயே வைக்கப்பட்டிருப்பதால் திறப்பு நிகழா. தடுப்புப் பிழை ஒற்றியைவிட, திறப்புப்பிழை ஒற்றிகள் குறைவான கூருணர்வு கொண்டவையாதலால், தொட்டோ அன்றித் தொடாமலோ இருக்கலாம். எப்படியாயினும், எச் சமயத்திலும் திறப்புத் தடுக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். அடுத்த முனைகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் உள்ள தடுப்புப்பிழை ஒற்றியின் இயக்கம், ஊர்தி — மின்னோட்டத்தை அம் முனையிலிருந்து செலுத்தத் தொடங்கினாலும்கூட திசைப் பணிப்பு உணர்த்தியின் இயக்கத்தால் அது உடனே நிறுத்தப்படும்.

குறுக்குச் சுற்றதர், காப்புப்பெறும் மின்பாதையில் நிகழ்ந்தால் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் செல்லும் எல்லா முனைகளிலும் உள்ள திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகளும் தம் தொடுமுனைகளை இணைக்க, அதனால் தடுப்புப்பிழை ஒற்றிகளினால் செலுத்தத் தொடங்கப்பட்ட ஊர்திச் சைகையும் நிறுத்தப்படுகிறது. பிரிப்பினைத் தடுக்க ஊர்திச் சைகை இல்லாததனால், குறிப்பிட்ட அளவு பிழை மின்னோட்டம் செல்லுமாயின் அம் முனைகளில் எல்லாம் திறப்பு நிகழ்கிறது.

படம் 5·12, ஒரு தறுவாயினுடைய தறுவாய் உணர்த்தியின் தொடுமுனையைக் காட்டுகிறது. மற்றிரு தறுவாய்த் தொடுமுனைகளும் இதற்கு இணையாக அமையும்.

6. மின்ஞக்கி மற்றும் இயக்கிக் காப்பமைப்பு

(GENERATOR AND MOTOR PROTECTION)

மின்பாதை முதலியவற்றின் காப்பமைப்புகளை விட முக்கிய மானது மின்கருவிகளின் காப்பமைப்பு. மின்கருவிகளில் ஏற்படும் பிழை, மின்பாதையில் ஏற்படுவதைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவே. எனினும், பிழையினுல் ஏற்படும் சேதம் மிகவும் அதிகம். பழுதுபார்க்க நிறையப் பொருளும், நேரமும் ஆகின்றன. மின்பாதையில் ஏற்படும் பிழைகளை உடனடியாகக் களைந்துவிடும் போது சேதமே ஏற்படுவதில்லை. ஆனுல், மின்ஞக்கியிலோ அல்லது மின் மாற்றியிலோ ஏற்படும் பிழை அதனை இயக்கத்தி லிருந்து நீக்கிப் பழுதுபார்க்கச் செய்யும் அளவிற்குச் சேதாரத்தினை உண்டாக்குகிறது. இருந்தபோதிலும் வெகு விரைவாகப் பிழையினின்றும் அகற்றப்பட்டால் சேதத்தைக் குறைக்கலாம். காட்டாக, மின்ஞக்கியில் ஏற்படும் ஒரு மின் பிழையை உடனடியாக நீக்குவதால், மின்னகச் சுருள்கள் சிலவற்றை மட்டும் நீக்கும் அளவோடு சேதம் நின்றுவிடுகிறது. மின் பிழையகற்றுவதில் தாமதம் ஏற்பட்டால், பெருத்த சேதம் விளையும். விரைந்து களைவதனுல் சேதத்தைக் குறைப்பதோடு மட்டுமன்றி, மின்சாரம் தடைசெய்யப்படும் நேரத்தையும் குறைக்கலாம்.

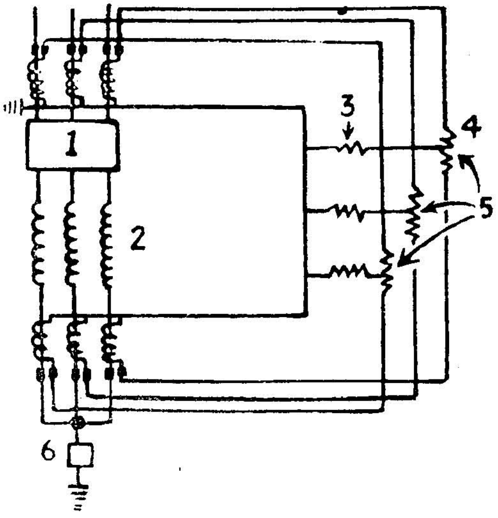
மின்ஞக்கிக் காப்பமைப்பு

மின்னமைப்பின் மற்றெந்த உறுப்புகளைக் காட்டிலும் மின்ஞக்கிக்குப் பல் வகையாலும் காப்பளிக்கப்படுகிறது. காட்டாக, சுருணையிலோ மின்ஞக்கியில் இருந்து மின்வாய்த் தண்டிற்குச் செல்லும் வடத்திலோ (cable) ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர் (short circuit) மிகை மின்னேட்டம், மிகை வெப்பமுறல்

இயக்கியாக இயங்கல், (Motoring), புல இழப்பு (Loss of field), மிகு வேகம் (over speed), குறை வேகம் (under speed), சமனிலா மின்னோட்ட இயக்கம், மிகை மின் அழுத்தம், குறை மின்னழுத்தம் முதலிய பிழைகட்குக் காப்புத் தேவைப்படுகிறது. இவ் வொவ்வொன்றின் நிலையையும் அறிந்து, எச்சரிக்கை மணி அடிக்கவோ அல்லது மின்னாக்கியை நிறுத்தவோ, உணர்த்திகள் தக்கபடி செயல்படுகின்றன. இயக்குநரற்ற நிலயங்களில் இப் பிழைகளிற் பெரும்பாலானவற்றிற்கு மின்னாக்கி தானே நின்றுவிடுமாறு செய்யப்படுகிறது.

அ. நிலையி சுருணையின் குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

மின்னகச் சுருணையில் அல்லது மின்னாக்கியின் வடத்தில் குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்பட்டால் மின்னாக்கியையும் மின்வாய்க்

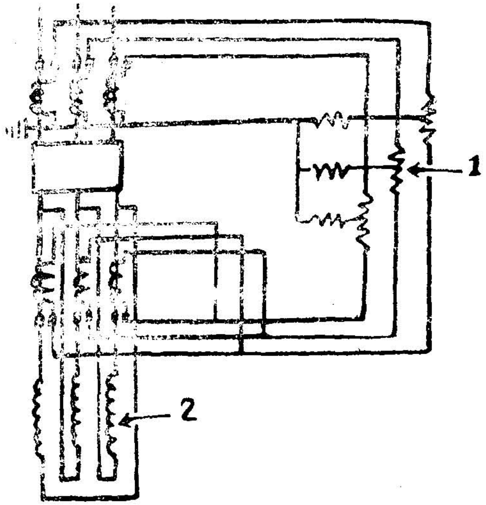


படம் 6·1

கவை இணைப்பு மின்னாக்கிக்கான விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

1. சுற்றதர்ப் பிரிப்பி 2. மின்னாக்கிச் சுருணைகள் 3. இயக்கும் சுருள்கள் 4. வேற்றுமை உணர்த்திகள் 5. தடைசெய் சுருள்கள் 6. நடுநிலைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி

கட்டையையும் இணைக்கும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியை உடனே திறக்கச் செய்யவேண்டும். இல்லையென்ருல், மின்னமைப்பின் மற்ற



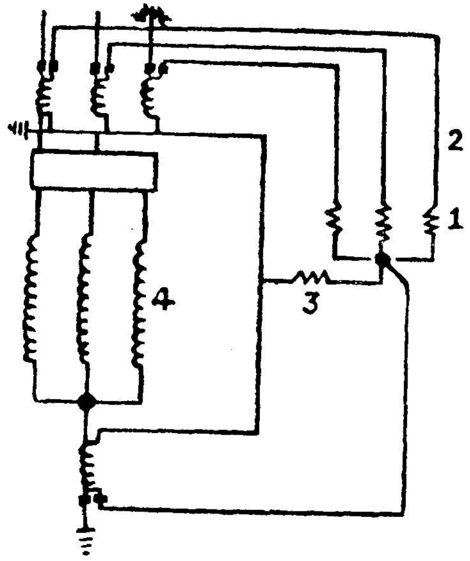
படம் 6·2

முக்கோண இணைப்பு மின்னுக்கிக்கான விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

1. வேற்றுமை உணர்த்திகள் 2. மின்னுக்கிச் சுருணைகள்.

பகுதிகளும் இதனுல் தடைபடும்; மின்னமைப்பின் மற்ற மின்னுக்கிகளிடமிருந்து இப் பிழைக்கு மின்னேட்டம் வரும். மின்னுக்கியில் அல்லது வடத்தில் ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதரைக் கண்டறியச் சிறந்த முறை வேற்றுமை உணர்த்திகளை (differential relays) அமைப்பதே. கவை முறை இணைப்பு (Y-connection), முக்கோண முறை இணைப்பு - (Delta connection) கொண்ட மின்னுக்கிகட்கு முறையே படம் 6·1, 6·2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று மின்னேட்ட மாற்றிகளும் விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்திகளும் அமைக்கப்படுகின்றன. நடுநிலை இணைப்பு, (neutral connection) மின்னுக்கியின் உள்ளேயே கொடுக்கப்பட்டு, நடுநிலைத் தண்டு மட்டுமே வெளியே கொணரப்பட்டு ஒரு தாழ்மறிப்புடன் (low impedance) தரையிடப்பட்டிருக்குமாயின், தரைப்பிழைக்கு மட்டுமே ‘விழுக்காடு வேற்றுமையுணர்த்தி’ அமைக்கமுடியும். இதனைப் படம் 6·3 காட்டுகிறது.

ஒற்றை மின்னாக்கி மின்மாற்றி (Unit generator Transformer) அமைப்பிற்குப் படம் 6·4-ல் உள்ளவாறு இணைக்கப்படும்



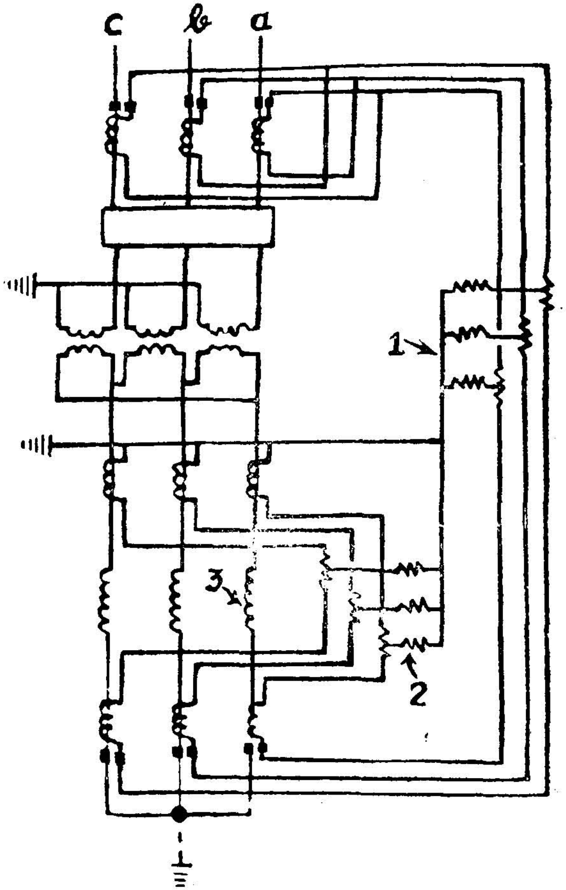
படம் 6·3

கவை இணைப்பு உள்ளேயே செய்யப்பட்ட மின்னாக்கிக்கான விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

1. தடைசெய் சுருள்கள் 2. வேற்றுமையுணர்த்தி 3. இயக்கும் சுருள்கள் 4. மின்னாக்கி சுருணைகள்

நடுநிலையிலுள்ள மின்னோட்ட மாற்றிகளை மின்னாக்கி, மின்மாற்றி ஆகிய இரண்டின் உணர்த்தி அமைப்பிற்கும் பயன்படுத்திக் கொண்டிருப்பதைக் காண்க. வேற்றுமையுணர்த்தி இயங்கினல் அது ஒரே சமயத்தில் புலச் சுற்றதர், முதன்மைப் பிரிப்பி, நடுநிலைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி ஆகியவற்றினைத் திறக்கவைத்து, உருளியை (turbine) நிறுத்துதல், எச்சரிக்கை மணி அடித்தல் முதலியனவும் நடைபெறச் செய்யுமாறு அமைத்தல் வேண்டும். நடுநிலை வரையிடப்படாமலோ அல்லது உயர் அளவு மறிப்பினல் தரையிடப்பட்டிருந்தாலோ இவ்வேற்றுமையுணர்த்தியுடன் கூருணர்வுடைய தரைப் பிழை உணர்த்தியமைப்பினையும் அமைத்தல் வேண்டும். இவ்வகைக் காப்பமைப்புக்கு இரு மின்னோட்டமாற்றி

களும் ஒரே தன்மையுடையதாகவும் துல்லியமாகவும் இருப்பது மிகவும் முக்கியம்,



படம் 6·4

ஒற்றை மின்னூக்கி மின்மாற்றிக்கான வேற்றுமை உணர்த்தியின் அமைப்பு

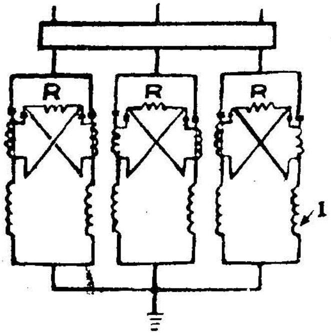
1. மின்மாற்றி உணர்த்தி 2. மின்னூக்கி உணர்த்தி 3. மின்னூக்கிச் சுருணைகள்.

குறிப்பு : தறுவாய் வரிசை a, b, c.

ஆ கிளேயி சுருணையின் சுற்றிடைப் (Turn to turn) பிழைக்குக் காப்பு

இதுவரை கூறப்பட்ட வேற்றுமை உணர்த்திகள் சுற்றுகளுக்கிடையே ஏற்படும் பிழைக்கு மறுதலிப்புச் செய்யா. ஏனெனில் சுற்றிடை நிகழும் பிழையினால் சுருணையின் இருபுறமுமுள்ள மின்னோட்டங்களில் மாறுபாடு நேர்வதில்லை. இப் பிழை மின் காப்பினை எரிப்பதோடன்றி மற்ற தறுவாய்களுக்குத் தொடரவும் வழிசெய்யும். எனவே, இதனை உடனே கண்டறிந்து களைவது மிகவும் இன்றியமையாதது.

பெரிய மின்னாக்கிகளின் சுருள்கள் ஒரு சுற்றினைமட்டுமே கொண்டிருக்குமாதலால், சுற்றுப் பிழைக் (turn fault) காப்பு ‘பல சுற்றதர் கொண்ட மின்னாக்கி’களில் (multi-circuit generator) மட்டுமே அமைக்கப்படுகிறது. சுற்றுப் பிழைக் காப்பின் வழக்கமான அமைப்பினைப் ‘‘பிளவுத் தறுவாய்’’க் காப்பமைப்பு என்று சொல்லப்படும். இதனைப் படம் 6·5 காட்டுகிறது.



பிளவுத்தறுவாய்க் காப்பமைப்பு

R. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி

1. மின்னாக்கிச் சுருணைகள்.

படம் 6·5

ஒவ்வொரு தறுவாயிலும் இரண்டிற்கு மேற்பட்ட சுற்றதர் இருந்தால் அச் சுற்றதர்களைச் சரிசமமான இரு இணைச்சுற்றதர்களின் தொகுதிகளாகப் (Two equal groups of parallel circuits) பிரித்து ஒவ்வொரு தொகுதிக்கும் ஒரு மின்னோட்ட மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது. சுற்றதர்கள் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் இருந்தால் தொகுதிகளிரண்டும் சரிசமமான எண்ணிக்கை கொண்டதாக இராது. ஆகவே, அதற்கு இயல்பான நிலையில் மின்னோட்ட மாற்றிகளின் துணைமை மின்னோட்டம் ஒரே அளவினதாய் இருக்குமாறு அவைகளின் முதன்மைச் சுற்றதர் மின்னோட்ட அறுதியளவு வெவ்வேறாக இருக்கும்படி அமைக்கப்படுகிறது.

பிளவுத்தறுவாய்க் காப்பமைப்பு மின்னாக்கிச் சுருணையில் ஏற்படும் எல்லா வகைக் குறுக்குச் சுற்றதர்க்கும் இயங்கும்.

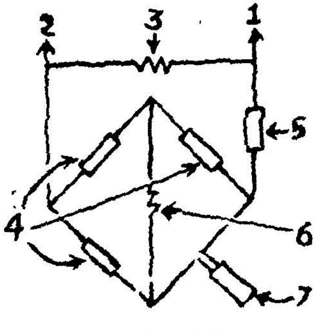
வேற்றுமையுணர்த்தி இயக்கும் திறப்பு உணர்த்தியையே இதுவும் இயக்கும்.

பிளவுத் தறுவாய்க் காப்பமைப்புக்குத் தேவையான கூர் உணர்வினைப்பெற உடனிகழ் விழுக்காடு வேற்றுமையுணர்த்தியைக் (instantaneous percentage differential relay) காட்டிலும், தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியே மின்னாக்கிக் காப்பமைப்பில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நிலையி—மிகை வெப்பக் காப்பு (Stator-over heating protection)

நிலையி மிகுதியாக வெப்பமுறுவது மின் சுமையினாலும், குளிர் செய் அமைப்பு (cooling system) இயங்கத் தவறுதலினாலுமே ஆகும். இதனை எளிதாகக் கண்டறியலாம்.

மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றிச் சுருள்கள் (resistance temperature detector coils) அல்லது வெப்ப இணைகள், (thermo couples) நிலையின் சுருணைகளின் காடியில் (slots) வைக்கப்படுகின்றன. சுருணையின் பல இடங்களில் இதனை வைப்பதால், நிலையின் எல்லாப் பாகங்களிலும் உள்ள வெப்ப நிலையை அறியலாம். இவைகளில் மிகுந்த வெப்ப அளவைக் காட்டக்கூடிய சிலவற்றுடன் ஒரு வெப்ப உணர்த்தியை இணைத்துவிடலாம். வெப்ப அளவு குறிப்பிட்ட அளவு வந்தவுடன் இவ்வெப்ப உணர்த்தி இயங்கி, எச்சரிக்கை ஒலியை எழுப்பும். வீட்ஸ்டோன் சுற்றுதர்ச் சமனி, திசைப்பணிப் புணர்த்தி ஆகியன உள்ளிட்டு ஓர் ஒற்றியினால் இயக்கப்படும் ஒருவகை உணர்த்தியமைப்பினைப் படம் 6·6 காட்டுகிறது. மற்றைய உணர்த்தி வகையில் நிலையியின் மின்னோட்டம் சமனி மின்னேற்புறப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



நிலையி மிகை வெப்பக் காப்பமைப்பு

1, 2. அலைமின்னிலைத் தொடர்முனையங்கள், 3. உணர்த்தி முனைமைப்படுத்தும் சுருள் (Relay Polarising Coil), 4, 5. நிலையான சுற்றுதர்ச் சமனி மின் தடை (Fixed bridge resistors), 6. உணர்த்தியின் இயக்கும் சுருள், 7. மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றி

படம் 6.6

வெப்ப அளவு ஒற்றியினால் இயக்கப்படும் வகையே கிடைக்கக் கூடிய மற்றெல்லா வகையிலும் சிறப்பாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

ஏனெனில், நிலையியின் உண்மையான வெப்பத்தைச் சற்றேறத்தாழ இது உணர்த்துகிறது. நிலையி சுருணையின் உண்மை வெப்பம், ஒற்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்திலுள்ள வெப்பத்தைக் காட்டிலும் அதிகம். வெப்ப உணர்த்தியைச் சரிசெய்யும்போது இதைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

இயக்குநர் இல்லா நிலையங்களில் மின்னாக்கிகளின் வெப்பநிலை அதிகமானால் மின் சுமையைக் குறைக்கும்படியாகவோ, அல்லது நிறுத்தும்படியாகவோ உணர்த்தி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இயக்குநர் உள்ள நிலையங்களில் எச்சரிக்கை மணி மட்டுமே ஒலிக்கும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மிகை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு

மின் சுமை நீக்கத்தினால் ஏற்படும் வெகுவிரைவு, அதனால் ஏற்படுப் மிகை மின்னழுத்தத்திற்கு ஆளாகும் அனைத்துப் புனல் மின் (hydro-electric) அல்லது வளி உருளி(Gas-turbine) மின்னாக்கிகட்கும் மிகை மின் அழுத்தக்காப்பு அமைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக நீராவி உருளி (steam turbine) மின்னாக்கிகட்கு இது தேவைப்படுவதில்லை. இக் காப்பமைப்பு பெரும்பாலும் மின் அழுத்தம் ஒழுங்குபடுத்தும் கருவியின் மூலம் (Voltage regulating equipment) பெறப்படும்; இல்லையேல் அலைமின் நிலை மிகை மின்னழுத்த உணர்த்தியினால் பெறப்படும். இவ்வுணர்த்தி அறுதி அளவு மின்னழுத்தத்தில் 110% ஆக இருக்கும்போது தொடக்கூடிய நேர நீட்சிப்பகுதி (Time delay unit) ஒன்றினையும், 130% -ல் இருந்து 150% ஆக இருக்கும்போது தொடக்கூடிய உடல் நிகழ்ப் பகுதி ஒன்றினையும் கொண்டிருக்கவேண்டும். இரு உணர்த்திப் பகுதிகளும் அதிர்வெண் மாறுதல் விளைக்கு (effect of varying frequency) ஈடு செய்யப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். தானியங்கு மின்னழுத்த ஒழுங்குபடுத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின்னழுத்த மாற்றியல்லாது வேறொரு மின்னழுத்த மாற்றியிடமிருந்தே இவ்வுணர்த்தி மின்னழுத்தம் பெறுமாறு இணைக்கப்படல் வேண்டும். மேலும், இதன் இயக்கம் முதலில் மின்னாக்கி அல்லது கிளர்விப் புலச் சுற்றதரில் exciter field circuit சிறிது மின் தடையை நுழைப்பதாகவும் மேலும் மிகை மின்னழுத்தம் தொடர்ந்திருந்தால் மின்னாக்கியின் முதன்மைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி மின்னாக்கி (அ) கிளர்விச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி இவைகளைத் திறக்கக்கூடியதாகவும் அமைத்தல் நன்று.

புல-தரைப்பிழைக் காப்பமைப்பு (Field Ground Fault Protection)

புலச் சுற்றதர்கள் தரையிடப்படாமல் இயக்கப்படுவதால், ஓர் ஒற்றைத் தரைப்பிழை சேதமோ அல்லது மின்னாக்கியின் இயக்கத்

திற்கு ஊறு விளைவிப்பதில்லை. இருந்தபோதிலும் ஓர் ஒற்றைத் தரைப்பிழையின் தோற்றம் நிலையியின் மாறு காலத் தன்மையினால் (transients) புலத்தில் மின்னழுத்தம் ஏற்படும்போது புலச் சுற்ற தரின் மற்ற பாகங்களில் தரைக்குள்ள தகைவு (stress to ground) மிகுதிபடக் காரணமாய் அமைகிறது. இதனால் மற்றொரு தரைப் பிழை ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டாகிறது. இரண்டாம் இடத்தில் தரைப்பிழை ஏற்பட்டவுடன் புலச்சுருளின் ஒரு பகுதிமட்டும் தனித்து விடப்பட்டுப் புறவழியில் மின்னோட்டம் மிகுந்து செல் கிறது. இவ்வாறு ஒரு பகுதி விடப்பட்டு மின்னோட்டம் பாய்வதால் காற்று இடைவெளிப் பெருக்குகள் சமனிலா நிலை பெற்றுச் சுழலியின் மறுபுறத்தில் காந்த விசைகளைச் சமனிலா நிலையுறச் செய்யும். புலத்தில் எவ்வளவு பகுதி விடப்பட்டதோ, அதை ஒட்டி இக் காந்த விசைகள் சுழலித் தண்டினை (rotor shaft) துள்ளச் (spring) செய்து மையத்தில் இருந்து விலகச் (eccentric) செய்கிறது.

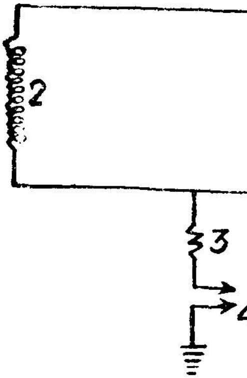
ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னாக்கிக்கு இச் சமனிலா விசை கணக்கிட்ட போது 20,000 கிலோகிராம் அளவுக்கும் அதிகமாக இருந்ததாக, அறியப்படுகிறது. இதனால் பெறப்படும் அதிர்வினால் சில சமயங்களில் தாங்கியின் படங்கள் (bearing pedestals) உடைவதும் உண்டு. இத்தகைய சேதம் பெரும் பொருட் செலவையும், மின்னாக்கி பல நாட்கள் இயங்கா நிலையில் இருக்கும்படியும் செய்கிறது.

இரண்டாம் தரைப்பிழை மிகுந்த சமனிலாக் காந்த விசையை ஏற்படுத்தும் அளவுக்கு இல்லையென்றாலும்கூடப் பிழை ஏற்படும் இடத்தில் மின்வில்லை (arc) ஏற்படுத்தி, அவ்விடத்தில் சுழலியை மிகு வெப்பமுறச் செய்யும்; மேலும் அதனைக் கொஞ்சம் கொஞ்ச மாக உருத்திரிவு (distort) ஆக்கிப் பின்னர் மைய நிலையிலிருந்து விலகச் செய்த அரை மணியில் இருந்து 2 மணி நேரத்திற்குள்ளாக அதிர்வினையும் உண்டாக்கும்.

இதற்குப் பாதுகாப்பான வழி, உணர்த்தியை அமைத்து முதல் தரைப்பிழை ஏற்பட்ட உடனேயே மின்னாக்கியின் முதன்மைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, புலச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைத் திறக்கச் செய்வது தான். ஆனாலும், இத்தகைய மின் பிழைகள் நிகழ்வது அரிதாகை யால் பெரும்பாலான மின்னாக்கிகட்கு இததகைய காப்பமைப்பு அமைக்கப்படுவதில்லை. முதற்பிழை ஏற்பட்டவுடனே அறிவிப்பு மட்டும் ஏற்படுத்த வழி செய்யப்படுகிறது.

இதற்கான காப்பமைப்பினைப் படம் 6.7 காட்டுகிறது. அலை மின் (அ) நேர் மின் அழுத்தம் மிகை மின்னழுத்த உணர்த்தி

வழியாகப் புலச் சுற்றதர்க்கும் தரைக்கும் பதிக்கப்படுகிறது. புலச் சுற்றதரில் எங்கு தரைப்பிழை நிகழ்ந்தாலும் இவ்வுணர்த்தி உடனே தொடுகிறது.



மின்னாக்கியின் புல தரைப் பிழைக் காப்பமைப்பு

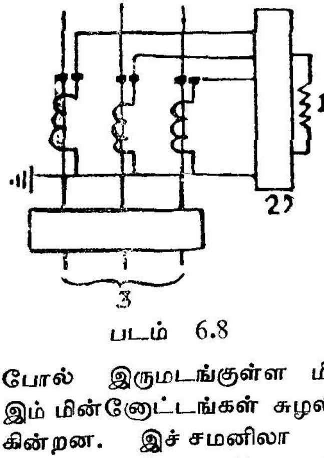
1. கிளர்வி மின்னகம்
2. மின்னாக்கியின் புலம்
3. மிகை மின்னழுத்த உணர்த்தி
4. மின்னழுத்தத் தோற்று வாய்க்கு

படம் 6·7

அலை மின்னிலையைவிட நேர் மின்னிலையைப் பயன்படுத்தும் போது கூருணர்வு மிகுகிறது.

சுழலியின் மிகை வெப்பக் காப்பமைப்பு (Protection against Rotor overheating)

சமனிலா முத்தறுவாய் நிலையி மின்னோட்டங்கள் (Unbalanced three-phase stator currents), சுழலியின் மின்னமைப்பு அதிர்வெண்



சமனிலா நிலையி மின்னோட்டத் திற்கான எதிர் நிலை வரிசை மின்னோட்ட வடிவி உணர்த்தி

1. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி
2. எதிர் நிலைத் தறுவாய் வரிசை மின்னோட்ட வடிவி
3. மின்னாக்கியின் முனைகட்கு

படம் 6.8

போல் இருமடங்குள்ள மின்னோட்டங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இம் மின்னோட்டங்கள் சுழலியை மிகவும் வெப்பமுறும்படி செய்கின்றன. இச் சமனிலா மின்னோட்ட நிலையில் தொடர்ந்து மின்னாக்கி செயற்படுமானல், சுழலி பெருஞ்சேதத்திற்குட்படும்.

சமனிலா மின்னேட்டம் அதிர்வினை உண்டாக்குமென்றாலும் அதை விட இதன் விளைவு முக்கியமானதொன்றும்.

இதற்கான காப்பமைப்பு ஒரு தலைகீழ் நேர மிகை மின்னேட்ட உணர்த்தியே. இது மின்னுக்கியின் மின்னேட்ட மாற்றிகளினால் மின்னாற்றலைப் பெறும் எதிர்நிலைத் தறுவாய் வரிசை மின்னேட்ட வடிவியின் (negative sequence current filter) எடுப்பினைப் பெற்று இயங்குகிறது. மின்னுக்கியின் முதன்மைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, திறக்கும்படி இவ்வுணர்த்தி இணைக்கப்பட வேண்டும். சிலவகை உணர்த்திகள், சிறு சமனிலா நிலை பட்டவுடனேயே அறிவிப்பு மணியை இயக்கும் கூருணர்வுப் பகுதிகள் அமையப் பெற்றிருக்கும்.

கிளர்விழப்புக் காப்பமைப்பு (Loss of Excitation Protection)

ஓர் ஒத்தியங்கு மின்னுக்கி, கிளர்வினை இழக்கும்போது அது தூண்டல் மின்னுக்கியாகச் செயல்பட்டு, ஒத்தியங்கு வேகத்தினும் மிகுந்து ஓடும். வட்டச் சுழலி (round rotor) மின்னுக்கிகள் இத்தகைய இயக்கத்திற்கு ஏற்றதல்ல. ஏனெனில் தூண்டல் சுழலி மின்னேட்டத்தை ஏற்கும். ஒடுக்குச் சுருணைகள் (amortisseur windings) இதில் இல்லை. ஆகவே, நீராவி உருவி மின்னுக்கியின் சுழலி, தூண்டல் மின்னேட்டத்தினால் வெகு விரைவில் (2, 3 நிமிடங்களில்) மிகுந்த சூடாக்கப்படுகிறது.

தூண்டல் மின்னுக்கியாகச் செயற்படும்போது, நிலையில் மிகுந்த மின்னேட்டம் செல்வதால் எல்லா வகை மின்னுக்கிகளின் நிலையியும் மிகுந்த வெப்பமுறும். நிலையியின் மின்னேட்டம், அதன் அறுதியளவைவிட இரண்டிலிருந்து 4 மடங்கு வரை இருக்கும். தானியங்கும் மின்னுக்கி மின்னழுத்த ஒருங்கமைப்பு (Automatic generator voltage regulator) அமைக்கப்படாத மின் அமைப்புகளில், கிளர்விழப்பு உண்டானவுடன் மின்னுக்கி நிறுத்தப்படவில்லை என்றால், அமைப்பு முழுவதிலும் நிலையின்மை (Unstability) உண்டாகி, அமைப்பின் பெரும்பகுதி இயக்கத்தி னின்று விலகப்படும்.

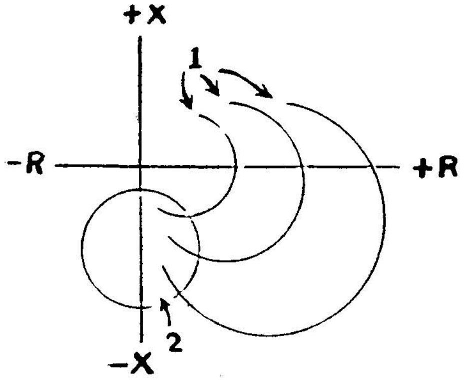
மின்னுக்கி, கிளர்வை இழந்தால் அது மின்னமைப்பினின்றும் எதிர்வினை மின் திறனை (reactive power) தன்னுடைய அறுதி அளவு மின் சுமைபோல் 2 முதல் 4 மடங்குவரை எடுத்துக் கொள்கிறது. மின்னுக்கி, தான் மின்னமைப்புக்கு அளித்துக் கொண்டிருந்த எதிர் வினைத்திறனை நிறுத்தியதோடு மட்டுமின்றி மின்னமைப்பினின்று பெருமளவு எடுத்துக்கொள்வதால், பல இடங்களிலும் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. மற்ற மின்னுக்கிகள்

இவ்வெதிர் விளைக்கு உடனே ஈடு செய்தாலன்றி, மின்னமைப்பில் நிலையின்மை ஏற்படுகிறது.

இம்மாதிரி ஒரு மின்னாக்கியின் கிளர்விழப்பினால், மின்னமைப்பில் பருத்த மாறுதல் ஏற்படுமாயின், அம் மின்னாக்கியின் முதன்மை, புலச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளை உடனடியாகத் திறக்க விரைந்து செயற்படும் காப்பமைப்பினை ஏற்படுத்த வேண்டும்.

குறை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் புலச் சுற்றதரில் இணைக்கப் பட்டுப் பயன்படுத்தப்பட்டன. எனினும், கிளர்விழப்பு உணர்த்தியின் சிறந்த வகை முதன்மை மின்னாக்கி முனைகளில் (Main Generator terminals) உள்ள அலை மின்னோட்டத்தாலும், மின் அழுத்தத்தாலும் இயங்கும் திசைப் பணிப்புத் தொலைவு வகையே யாகும்.

ஒருவகைக் கிளர்விழப்பு உணர்த்தியின் இயல்புகளையும் சில கிளர்விழப்பு இயல்புகளையும் R-X படத்தில் வரையப் பட்டிருப்பதைப் படம் 6.9-ல் காணலாம்.



படம் 6·9

கிளர்விழப்பு உணர்த்தியின் இயல்புகள்

1. மின்னமைப்பின் இயல்பு 2. உணர்த்தியின் இயல்பு

கிளர்விழப்பு நிகழ்வுடனே, சமமான (Equivalent) மின்னாக்கியின் மறிப்பு, வளைகோட்டினை முற்பகுதியினின்று (First Quadrant) நாலாம் பகுதிக்குக் கொண்டு செல்கிறது. உணர்த்தியின் இயல்பினைத் தக்கவாறு அமைத்து, புலச் சுற்றதரும் பின்னமைப்பினின்று மின்னாக்கியும் பிழை ஏற்பட்டவுடனே பிரிக்கப்படுகின்றன.

மிகை-விரைவுக் காப்பமைப்பு

எல்லா மின்னோக்கிகட்கும் மிகை விரைவுக் காப்பமைப்பு அமைக்கப்படுகிறது. மிகை விரைவு உறுப்புப் பொறியின் வேகத்திற்கு மறுதலிக்கக்கூடியதாய், எந்திர முறையாலோ (mechanically), அல்லது அதை ஒத்த மின்னிணைப்பு முறையாலோ இயங்குமாறு செய்யலாம். மின்னிணைப்பு முறையினால் இயங்குமாறு செய்யின் அது மின்னோக்கியின் மின் அழுத்தத்தினால் மிகவும் பாதிக்கப் படாததாய் இருத்தல் வேண்டும்.

இவ்வுறுப்பு உருளையின் ஒரு பகுதியாகவோ, அன்றி அதன் வேக ஆளுமையின் (Speed Governor) ஒரு பகுதியாகவோ அல்லது மின்னோக்கியின் ஒரு பகுதியாகவோ இருக்கலாம். இது வேக ஆளுமையையோ அல்லது உருளியை நிறுத்தக்கூடிய வேறெந்தப் பகுதியையோ இயக்கி, உருளியை நிறுத்தக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். இம் மின்னோக்கியால் ஊட்டப்படும் மின்னமைப்பின் இணைக்கப்பட்ட மின்சுமை, மிகை அதிர்வெண்ணால் இயங்குவதைத் தடுக்கவும், மின்னமைப்பில் இம் மின்னோக்கி மிகை அதிர்வெண்ணால் இயங்காதிருக்கவும் மின்னோக்கியின் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியையும் இது திறக்கச் செய்ய வேண்டும்.

மிகை விரைவு உறுப்பு நடைமுறையில் முழு-மின் சுமை விலகல் (Full Load rejection) வேகத்திற்கு மேல் 5%க்குள் இயங்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

இயக்கிகளின் காப்பமைப்பு (Protection of Motors)

ஒத்தியங்கு இயக்கிகள் (Synchronous motors), தூண்டல் இயக்கிகள் (Induction Motors), ஒத்தியங்கு கொண்மிகள் (Synchronous condensers), அதிர்வெண் மாற்றி இயக்கிகள் (motors of frequency converters) ஆகியவற்றிற்குக் காப்பளித்தல் மிகவும் முக்கியம். அக் காப்பமைப்பில் சிலவற்றைக் காண்போம்.

நிலையி சுருணைகளில் குறுக்குச் சுற்றதர்க் காப்பமைப்பு (Short-circuit Protection of Stator Windings)

நிலையி சுருணைகளில் ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர்க்கு அமைக்கப்படும் அடிப்படைக் காப்பு மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பே. மின்னழுத்தம் 600 வோல்ட்டிலோ, அல்லது அதற்குக் கீழேயோ இயங்கும் இயக்கிகளின் காப்பமைப்புக் கருவி 'உருகி'(fuse) யை மட்டுமே கொண்டிருக்கும் 2200 வோல்ட்டிற்கு

மேல் இயங்கும் இயக்கிகட்கு இது நேரடியாகச் செயல்படும் (direct-acting) மிகை மின்னோட்ட உறுப்புகளாலியங்கும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளையோ, அல்லது மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் கொண்ட சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளையோ கொண்டிருக்கும். இயக்கிக்கும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிக்கும் இடையேயுள்ள கடத்திகட்கும் காப்பு அளித்தல் வேண்டும்.

1 இன்றியமையாத் தேவையில் இல்லா இயக்கிகள் (Motors Other than Essential Service)

இன்றியமையாத் தேவையிலிருக்கும் இயக்கிகளைத் தவிர மற்ற இயக்கிகட்குத் தலைகீழ் நேர உணர்த்திகளும், மேலும் உடனிகழ் தறுவாய் மற்றும் தரை-மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளும், தானுகத் திறப்பு ஏற்படுத்த அமைக்கப்படுகின்றன. தலைகீழ் நேரத் தறுவாய் உணர்த்திகள் இயக்கியின் அறுதி மின்னோட்டத்தின் 4 மடங்கிற்குச் சற்றுக் குறைவான அளவு மின்னோட்டத்தில் தொடும்படியாகவும், சிறிது கால நீட்சியுடையவாகவும் அமைக்கப்படுகின்றன. இதனுல் இயக்கி இயங்கத் தொடங்கும் நேரத்தில் (starting period) ஏற்படும் பிரிப்புத் தடுக்கப்படுகிறது. உடனிகழ் தறுவாய் உணர்த்திகள், பிடிப்புச் சுழலி (locked rotor) மின்னோட்டத்தின் அளவினும் சற்று அதிகமான அளவில் தொடும்படி சரி செய்யப்படுகின்றன. தலைகீழ் நேரத் தரை உணர்த்திகள் அறுதியளவு மின்னோட்டத்தில் 20 விழுக்காட்டினும் மிகாமலும் அல்லது தரைப்பிழையின் பெரும் மின்னோட்டத்தில் 10 விழுக்காட்டினும் மிகாமலும், இவ்விரண்டில் எது குறைவாகவுள்ளதோ, அந்த மின்னோட்டத்திற்குச் சரி செய்யப்படுகின்றன. உடனிகழ் தரை உணர்த்தி அறுதி அளவில் 2·5 மடங்கிலிருந்து 10 மடங்கிற்குள் தொடுவதற்கேற்றது. பெருமத் தரைப்பிழை மின்னோட்டம் அறுதி அளவை விட 4 மடங்கிற்குக் குறைவாக இருந்தாலும் அல்லது அறுதி அளவின் 10 மடங்கிற்குமேல் இது தொட வேண்டியிருந்தாலும், இவ்வுணர்த்தியை அமைக்காது விடலாம்.

(அ) 2200 வோ—4999 வோல்ட்டு மின்னழுத்தமும் 1500 கு.தி. அல்லது அதற்கு மேலும்.

(ஆ) 5000 வோ—அதற்கு மேலும் உள்ள மின்னழுத்தமும் 501 கு.தி.

அல்லது அதற்கு மேலும் உள்ள பெரிய இயக்கிகட்கு விழுக்காடு-வேற்றுமை உணர்த்தி அமைப்புப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

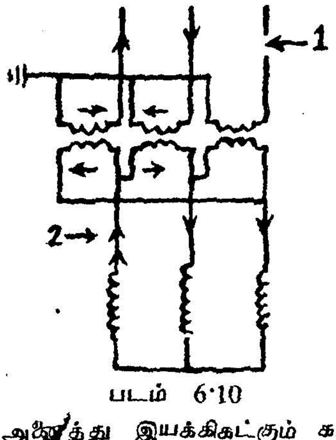
விழுக்காடு-வேற்றுமையுணர்த்தியைப் பயன்படுத்துவதால் வெகு-விரைவு, மற்றும் மிகுந்த கூருணர்வுக் காப்பினைப் பெறமுடிகிறது. மேலும், இது இயக்கி இயங்கத் தொடங்கும்போதோ, மாறுகால தன்மையினால் ஏற்படும் மிகை மின்னோட்டங்களிலோ இயங்குவதில்லை.

2. இன்றியமையாத தேவைகளின் இயக்கிகள் (Essential Service Motors)

இன்றியமையாத் தேவைக்கான இயக்கிகட்குத் தலைகீழ் நேரத்தறுவாய்—மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் தவிர்க்கப்பட்டு, உடனிகழ்—தறுவாய் உணர்த்திகளும் மேலும் தலைகீழ் நேரம் மற்றும் உடனிகழ் தரையுணர்த்திகள் அல்லது வேற்றுமை உணர்த்திகளும் கொள்ளப்படுகின்றன. தவிர்க்கப்பட்டதற்குரிய காரணம், இவ்வியக்கிகள் குறுக்குச் சுற்றதர் தவிர வேறு எவ்வகையான பிழைகட்கும் திறக்கப்படக்கூடாது என்பதற்கே. ஏனெனில், இவ்வியக்கியின் திறப்பு, ஒரு மின்னூக்கியையோ வேறு முக்கியமான ஒரு எந்திரத் தொகுதியையோ நிறுத்தும்படி செய்துவிடக்கூடும். ஆகவே, தேவையற்ற திறப்புகள் கண்டிப்பாய்த் தவிர்க்கப்படவேண்டியதாகிறது.

நிலையி – மிகு வெப்பக் காப்பு

மிகை மின்சுமை, சமனிலா நிலையில் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் விளைவால் ஏற்படும் மிகுவெப்பத்தினின்று காக்க



படம் 6·10

மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு ஒவ்வொரு தறுவாயிலும் இருக்கவேண்டியதன் முக்கியத்துவம்

1. திறப்புச் சுற்றதர்
2. மிகு சுமைப்பட்ட தறுவாய் (Over loaded phase)

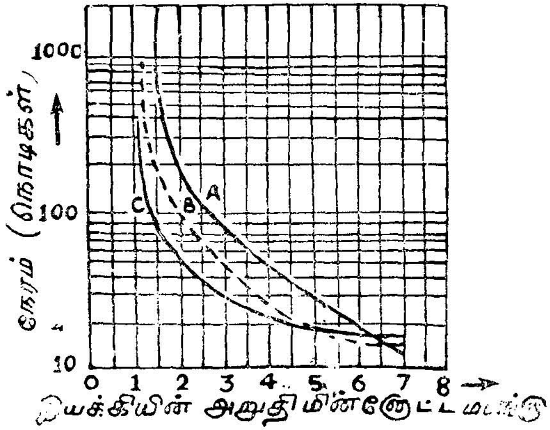
அனைத்து இயக்கிகட்கும் காப்பமைப்பு அமைத்தல் வேண்டும். ஒரு முழுமையான காப்பிற்கு முத்தறுவாய் இயக்கிகள் ஒவ்வொரு தறுவாயிலும் மிகு சுமை உறுப்பினைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

ஏனெனில், இயக்கிகட்கு மின்னிலை தருவதற்கு மின் மாற்றிக்கு வரும் சுற்றதரில் ஏதேனும் ஒரு தறுவாயில் திறப்புச் சுற்றதர் ஏற்பட்டால், அதனால் இயக்கியின் மற்றிரு தறுவாயைவிட, ஒரு தறுவாயில் இருமடங்கு மின்னோட்டம் செல்லும். இதனைப் படம் 6·10 காட்டுகிறது.

ஒற்றைத் தறுவாய் இயக்கிகட்கு, இரு கடத்திகளில் ஒன்றில் மிகுசுமை உறுப்பு அமைத்தல் போதுமானது.

(அ) இன்றியமையாத் தேவையில்லாத இயக்கிகள்

இன்றியாமையாது தேவைப்படும் இயக்கிகளைத் தவிர மற்ற வற்றில், 1500 கு. திறனுக்குக்கீழ் உள்ள இயக்கிகட்கு ரெப்ளிகா (Replica) வகை வெப்ப மிகுசுமை உணர்த்திகளையோ, அல்லது நெடு-நேர (long-time) தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி களையோ அல்லது மிகு சுமையின்போது நேரடியாக இயக்கியை அதன் தோற்றுவாயினின்று திறப்பேற்படுத்தும் கருவிகளையோ பயன்படுத்துகின்றோம். மற்ற வகைகளைவிட ரெப்ளிகா வகை வெப்ப மிகுசுமை (Thermal over load) உணர்த்தி சிறந்ததாய் உள்ளது. ஏனெனில் இதன் நேர-மின்னோட்ட இயல்பு ஏறக்



படம் 6·11

இயக்கி உணர்த்தியின் இயல்பு

A. இயக்கி B. ரெப்ளிகா உணர்த்தி C. தலைகீழ் நேர உணர்த்தி

குறைய இயக்கியின் வெப்ப இயல்பை ஒட்டி உள்ளது. இதனைப் படம் 6.11 காட்டுகிறது.

மேலும், இது மிகுசுமை நிலை வருவதற்கு முன்புள்ள இயக்கிச் சுமையின் வெப்ப விளைவுகளையும் கணக்கில் கொள்கிறது. தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி, குறைந்த மின்னோட்டங்களில் மிகைக் காப்பமைப்பு (ovor protection) உடையதாயும் நிறைந்த மின்னோட்டங்களில் குறைகாப்பமைப்பு (under protection) உடையதாயும் உள்ளது. தொடர்ந்து இயங்க அமைக்கப்பட்ட இயக்கிகள் தம் அறுதி அளவு மின்னோட்டத்தில் 115% அடையும் போது திறக்கப்பட காப்புக் கருவிகளை (அ) உணர்த்திகளைச் சரி செய்யவேண்டும்.

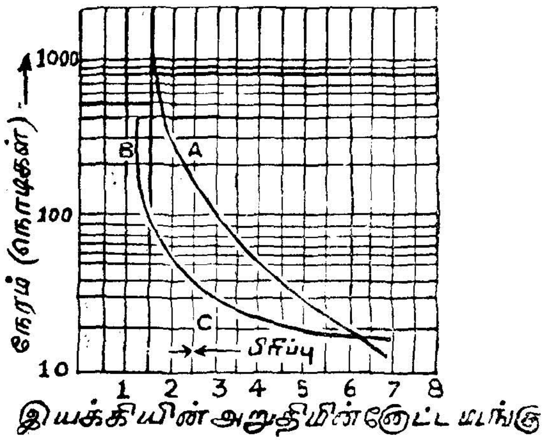
மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் தறுவாய்களுக்கிடையே குறுக்குச் சுற்றதர் ஏற்படும்போதும் காப்பளிக்கிறது. நடைமுறையில் இவ்விரு பயன்களையும் தரும் ஓர் உணர்த்தித் தொகுதி உள்ளது. இயக்கியின் அறுதி அளவின் 125% முதல் 150% வரை மின்னோட்டத்தில் தொடும்படி சரிசெய்யப்பட்ட நெடுநேர தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் குறுக்குச் சுற்றதர், மிகை மின்னோட்டம் இரண்டிற்கும் பொதுக் காப்பமைப்பாக அமைக்கப் படுகிறது. இதனுடன் உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் குறை நிரப்பியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள், குறுக்குச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறக்கும்வரை, தாம் சேதமுறுமல் தாங்கிக்கொள்ளக்கூடியதாயிருத்தல் வேண்டும்.

1500 கு.தி. மேற்பட்ட இயக்கிகளுக்குப் பொதுவாக, மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றிகள் (Resistance temperature detection) நிலையி யின் காடியினுள் வைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய வெப்ப ஒற்றிகள் அமைக்கப்பட்டால், இவ்வொற்றிகளால் இயக்கப்படும் ஓர் உணர்த்திமட்டும் போதும்; ரெப்ளிகா வகை அல்லது தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் வேண்டா. இயக்கிகள் மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றிகள் இவ்வாறு மின்னோட்ட சம நிலை உணர்த்திகளைக் கொண்டு இருக்கமாயின் மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றிகளுக்குப் பதிலாக ஒரு ரெப்ளிகா வகை வெப்ப மிகு சுமை உணர்த்தியைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

(ஆ) இன்றியமையா இயக்கிகள்

இன்றியமையா இயக்கிகட்குக் கொள்ளப்படும் காப்பமைப்பு (சில வேலைகளில் இது இயக்கிகளுக்குச் சேதத்தை ஏற்படுத்தினுல் கூட) தேவையற்ற பிரிப்பிகளைத் தடுக்கவேண்டுமென்ற அடிப் படையில் வைக்கப்படும் ஒன்ருகும். நெடுநேரத் தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் இவ்வியக்கிகளுக்கும் அமைக்கப்

படுகின்றன. ஆனால், இவ்வுணர்த்திகள் மணியை மட்டுமே ஒலிக்கச் செய்யும். பிரிப்பு ஏற்படுத்தும் பொறுப்பு இயக்குநரிடம் விடப்படுகிறது. பிடிப்புச் சுழலி விளைவினைப் பெறும் இயக்கிகட்குக் குறை நிரப்பு உடனிகழ் மிகை 'மின்னோட்ட உணர்த்திகள், இயக்கியின் அறுதி மின்னோட்டத்தில் 200—300 % இருக்கும்போது தொடும் வகையில் சரிசெய்யப்பட்டுத் தானாக இயக்கிகளின் பிரிப்பிகள் திறக்க, தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளின் தொடுமுனைகளுடன் தொடரிணைப்பாக இணைக்கப்படுகின்றன. இதனைப் படம் 6·12 காண்பிக்கிறது. உடனிகழ் உணர்த்திகள் உயர் மீள் அமைவு (high reset) வகையாய் இருத்தல் வேண்டும்.



படம் 6·12

இன்றியமையா இயக்கிகளின் காப்பமைப்பு

A. இயக்கி B. தலைகீழ் நேர உணர்த்தி C. உடனிகழ் உணர்த்தி

ஒத்தியங்கு இழப்புக் (Loss of Syrchronism) காப்பமைப்பு

சுமையுடன் இயங்கத் தொடங்கும் (loaded start) இயக்கிகள் எல்லாவற்றிற்கும் தற்காலிகமாகச் சுமையையும் கிளர்வினையும் நீக்கவும், மீண்டும் ஏற்றுக்கொள்ளும்போது இணைக்கவும் ஒத்தியங்கு இழப்புக் காப்பமைப்பு அமைக்கப்படவேண்டும். இல்லாவிடில் தோற்றுவாய் இணைப்பினின்றும் இயக்கி துண்டிக்கப்படும்.

அதிர்வெண் மாற்றும் ஒத்தியங்கு இயக்கி தவிர ஏனைய சுமையிலாது தொடங்கும் (unloaded-start) இயக்கிகட்குக் குறை மின்

அழுத்தக் காப்பு, கிளர் விழப்புக் காப்பு, நேர்-மின் மின்னாக்கியின் மிகை மின்னோட்டக் காப்பு ஆகியவைகளின் கூட்டு (Combination) ஒத்தியங்கு இழப்பிற்குக் காப்பாக அமைகிறது மேலும், காப்பமைப்பு தேவையெனில் இருக்கும் இணைப்பில் (in the running connection) உள்ள மின்னோட்டத்தால் மின்னாற்றல் பெறும் ஒரு தலைகீழ் நேர மின்னோட்ட உணர்த்தியை அமைத்து முதன்மைப் பிரிப்பியைத் திறக்கச் செய்யலாம். வழக்கத்தில் தானியங்கு மீள் ஒத்தியங்கு (automatic-re-synchronising) தேவைப்படுவதில்லை. இரு பின்னமைப்புக்களை இணைக்கும் எல்லா அதிர்வெண் மாற்றிகளும் ஒத்தியங்குப் பொறியின் பக்கம் ஒத்தியங்கு இழப்புக் காப்பைக் கொண்டிருக்கவேண்டும். ஒத்தியங்கு-ஒத்தியங்குத் தொகுதிகள் (Synchronous—sets) இருந்தால், காப்பமைப்பினை இரு புறமும் அமைத்தல் வேண்டும். காப்பமைப்புக் கருவி தன் பக்கம் உள்ள முதன்மைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியைத் திறக்கும்படி செய்ய வேண்டும்.

கிளர்வு இழப்புக் காப்பமைப்பு (Loss of Excitation Protection)

ஒத்தியங்கு இழப்புக் காப்பமைப்பு, தானியங்கு மின்னழுத்த ஒழுங்கமைப்பு இவைகள் இல்லாத அனைத்துச் சுமையிலாது தொடங்கும் இயக்கிகளும் புலச்சுருணையுடன் தொடரிணைப்பாக உள்ள சுருளைக் கொண்ட, தாழ்நிலை அமைவு நேர நீட்சி மீள் அமைவு குறை மின்னோட்ட உணர்த்தி போன்ற அமைப்புக் கொண்ட காப்பினைப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

குறை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு

இன்றியமையாத் தேவைக்கான இயக்கிகள் தவிர மற்ற எல்லா அலை மின் இயக்கிகளும் தொடக்கம் மற்றும் ஓட்டத்தின் போது ஒரு தறுவாயிலேனும் குறை மின்னழுத்தக் காப்பினைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். 1500 கு.தி.க்கு மேற்பட்ட பல் தறுவாய் இயக்கிகட்குப் பல் தறுவாய்க் குறை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு வழக்கமாக அமைக்கப்படுகிறது.

முடிந்த இடங்களில் எல்லாம் காப்பமைப்புக் கருவி தலைகீழ் நேரநீட்சி இயல்பு கொண்டதாய் இருத்தல் வேண்டும்

புல—தரை ட் பிழைக் காப்பமைப்பு

மின்னாக்கிகட்குக் கூறப்பட்ட அதே கருவியைத் தேவைப் பட்டால் இதற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

7. மின்மாற்றிக் காப்பமைப்பு

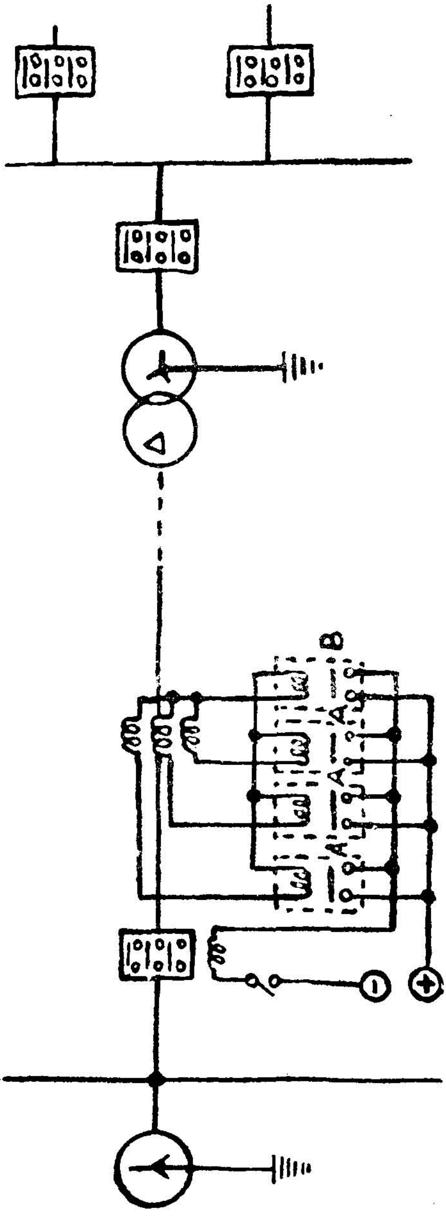
(TRANSFORMER PROTECTION)

மின்னுக்கியில் பல்வேறு இயல்புபிறழ் சூழ்நிலைகள் அமைய லாம். ஆனால் மின்மாற்றியில் சுருணை குறுக்குச் சுற்றதர், திறப்புச் சுற்றதர், மிகை வெப்பமுறல் இவைகள் மட்டுமே நிகழும். நடைமுறையில் திறப்புச் சுற்றதர்க்குக் காப்பமைப்பு அமைக்கப் படுவதில்லை. ஏனெனில், இதனால் மின்னுக்கிக்குத் தீமையேதும் விளைவதில்லை. பொதுவாக மிகு வெப்பமுறுதலுக்குக் கூட, காப்பமைப்பு அமைக்கப்படுவதில்லை. மிகுவெப்ப நிலையினை அறிவிக்க மணியையோ அல்லது மிகு வெப்ப நிலையினைக் குறைக்கும் விசிறிகளையோ இயக்கும்படி வெப்பத்துணைக் கருவிகள்மட்டுமே அமைக்கப்படுகின்றன.

ஒற்றை மின்மாற்றிக் (A single transformer) காப்பமைப்பு

ஓர் ஒற்றை மின்மாற்றி அல்லது மின்மாற்றி மின்பாதையினை (transformer feeder) எளிய மிகை மின்னோட்ட மற்றும் தரைப்பிழை உணர்த்திகளைக் கொண்டு படம் 7·1-ல் உள்ளவாறு காப்புச் செய்யலாம்.

முதன்மைச் சுற்றதர்ப் பக்கம் உள்ள மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளின் நேர அமைவுகளை அமைப்பின் தோற்றுவாய்க்கு அருகில் உள்ள மற்ற மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளுடன் ஒப்பிட்டுப் படிமுறைப்படுத்தல் வேண்டும். ஆனால், எஞ்சுதலில் இணைக்கப்பட்ட (residually connected) தரைப்பிழை உணர்த்தி உடன் நிகழ்வு உணர்த்தியாக இருக்கலாம். அதனுடைய மின்னோட்ட அமைவு மின்னோட்ட மாற்றியின் நிறை மின்சுமை அறுதி அளவில் 10% ஆகக்கூட இருக்கலாம். ஏனெனில், சுழி வரிசை மின்னோட்டம் உள் நிகழ் பிழை ஏற்பட்டாலொழிய முதன்மைப் பக்கத் தறுவாய் கடத்திகளில் தோன்றுவதில்லை. எனவே, விரைவு இயக்கம் மற்றும் தாழ் பிழை அமைவுகள்

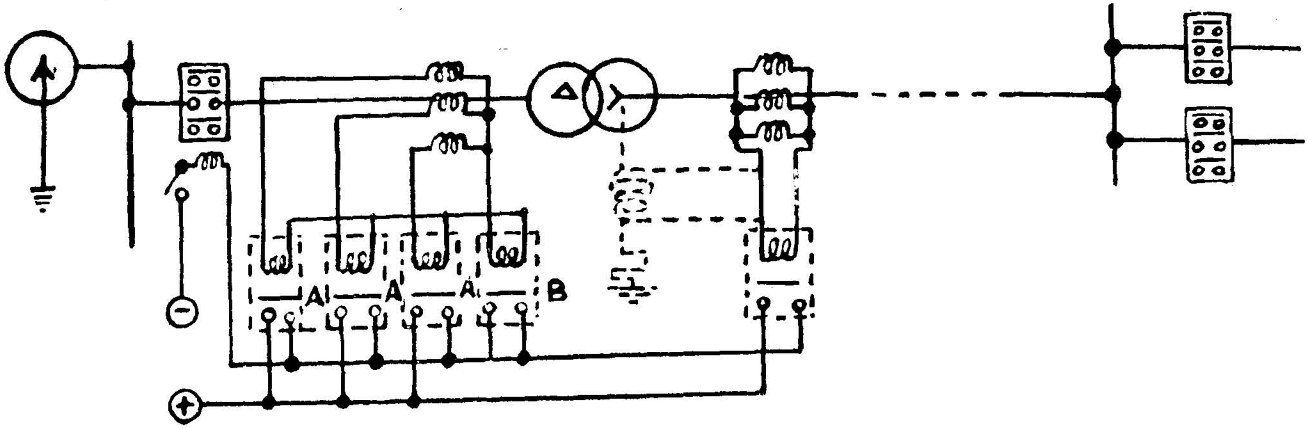


படம் 7.1

ஒற்றை மின் மாற்றிக் காப்பமைப்பு

A. திசைப் பணிப்பிலா மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி.

B. திசைப் பணிப்பிலா வரையறை கொண்ட தரைப்பிழை உணர்த்தி.



படம் 7·2

மின்மாற்றிக் காப்பமைப்பு

A. திசைப்பணிப்பிலா மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி.

B. திசைப் பணிப்பிலா வரையறை கொண்ட தரைப்பிழை உணர்த்தி.

(Low fault settings) வேற்றுமையுணர்த்தி இல்லாமல் பெற முடிகிறது. தறுவாய்ப் பிழைகள் நிகழ்வது மிகவும் அரிதாகலின் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளில் நேர நீட்சியும் அமைக்கலாம். துணைமை நடுநிலை ஒரு மின்தடை வழியாகத் தரைப்படுத்தப் பட்டிருக்குமானால் மற்றொரு வரையறை கொண்ட தரைப்பிழை உணர்த்தி, நடுநிலையிலுள்ள மின்னோட்ட மாற்றியைப் பயன் படுத்திப் படம் 7.2-ல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்படும்.

குறுக்குச் சுற்றதர்க் காப்பு

1000 கி. வோ. ஆ. (K.V.A.) அல்லது அதற்கு மேலுள்ள எல்லா திறன் மின் மாற்றிகளின் குறுக்குச் சுற்றதர்க் காப்பிற்கு விழுக்காடு வேற்றுமையுணர்த்தியே பயன்படுத்தப்படுகிறது. வேற்றுமையுணர்த்தி ஒரு கைவினை மீள் அமைவு (Hand reset) துணை உணர்த்தியை இயக்க, அது *எல்லா மின் மாற்றிகளின்* பிரிப்பிகளையும் இயக்குமாறு இணைப்பு ஏற்படுத்தப்படும். தவறுதலாக மீண்டும் மின்மாற்றியின் பிரிப்பி மீள் இணைப்பு ஏற்படுத்தாமல் இருக்கவே கைவினை மீள் அமைவு அமைக்கப்படு கிறது. மின்மாற்றிக் கலன்கள் (Transformer Banks) இருக்கும் அதே மின்வாய்க் கட்டையில் மிகை விரைவுத் தொலைவு உணர்த்தி உள்ள மின்பாதையும் முடியுமானால், மின் மாற்றிக் கலன்களும் மிகை விரைவு உணர்த்தியமைப்பினைக் கொண்டிருக்கவேண்டும்.

வேற்றுமை உணர்த்திக்கு மின்னோட்ட மாற்றி இணைப்புகள்

திறன் மின் மாற்றியின் கவைச் சுருணையின் பக்கம் முக்கோண இணைப்பிலும், முக்கோணச் சுருணையின் பக்கம் கவை இணைப்பிலும் மின்னோட்ட மாற்றிகள் இணைக்கப்படல் வேண்டும் என்பது ஒரு பொது விதி. இதுபற்றிப் பின்னர் ஆராய்வோம்.

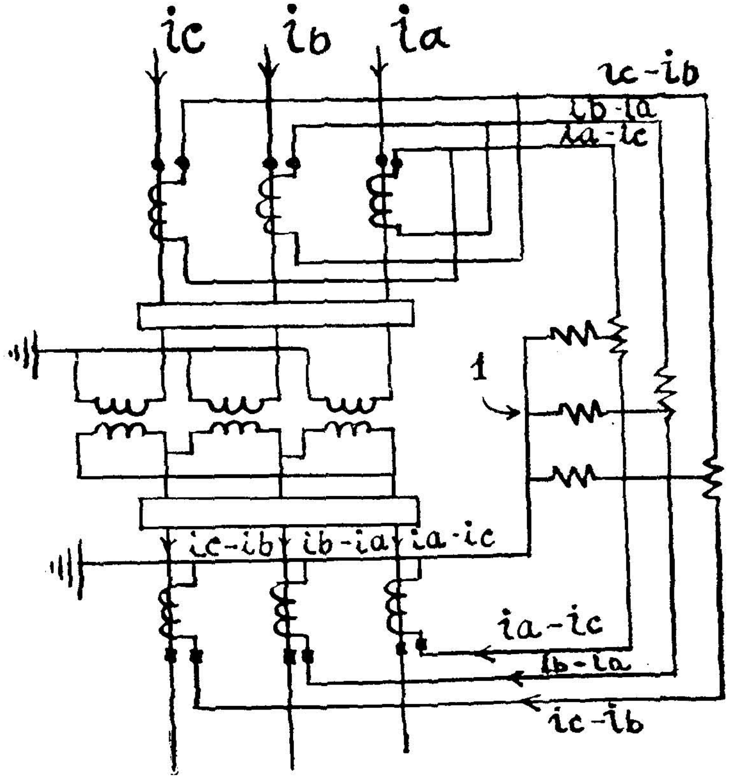
வேற்றுமையுணர்த்தி இணைக்கப்படும்போது இரண்டினை நினைவிற்கொள்ள வேண்டும்.

(அ) மின் சுமைக்கோ அல்லது வெளிநிகழ் பிழைக்கோ இவ்வுணர்த்தி இயங்கக்கூடாது.

(ஆ) கடுமையான உள்நிகழ் பிழைக்கு இவ்வுணர்த்தி கட்டாயம் இயங்கவேண்டும்.

மேற்கூறிய பொது விதிக்கிணங்க இரு சுருணையுள்ள மின் மாற்றியின் இருபுறமும் மின்னோட்ட மாற்றிகள் இணைக்கப்படு கின்றன. இரண்டாம் மின்னோட்ட மாற்றியை இணைக்கும்போது

துணைமை மின்னோட்டங்கள் இரண்டும் இரு மின்னோட்ட மாற்றிகட்கிடையே சுற்றோட்டம் கொள்ளுமாறு இணைக்க வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாதது. இவ்விணைப்பைப் படம் 7·3 காட்டுகிறது.



படம் 7·3

மின்மாற்றியின் காப்பமைப்புக்கு விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

1. விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்திகள்.

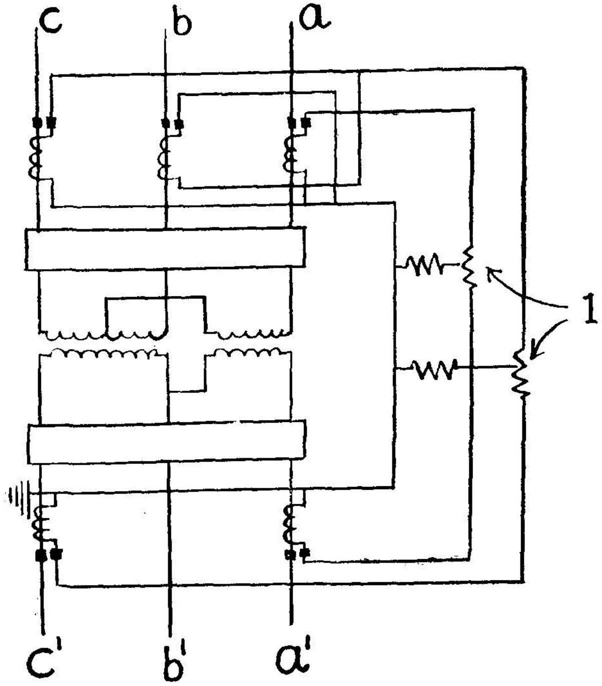
சுற்றுக்கும் சுற்றுக்கும் நிகழும் பிழைக்கும் மற்றும் தறுவாய்—தறுவாய்ப் பிழைக்கும் (மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்குமானால்) தரைப் பிழைக்கும் இதில் காப்பளிக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

முன்னர்க் கூறிய பொது விதியை ஆய்வோம்: திறன் மின் மாற்றியின் Y இணைப்புள்ள சுருணையின் பக்கம் △ இணைப்பும், △ இணைப்புள்ள புறம் Y இணைப்பும் மின்னோட்ட மாற்றிகளில் செய்தோம். Y பக்கம் தரைப் பிழை தவிர மற்ற எல்லா வெளி நிகழ் பிழைக்கும் எந்த முறையிலும் மின்னோட்ட மாற்றிகளை இணைக்கலாம்; அல்லது நடுநிலை தரையிடப்படாமல் இருந்தால் இதுபற்றி அக்கறை கொள்ளவேண்டியதில்லை. ஆனால் வெளி நிகழ் பிழையினால் தரைப்பிழை மின்னோட்டம் Y சுருணையின் செல்லும் போது △ இணைப்பையே பயன்படுத்தவேண்டும். ஏனெனில் △ மின்னோட்ட மாற்றி இணைப்பு மின்னோட்டத்தின் சுழி தறுவாய் வரிசைக் கூற்றினை முக்கோணத்தினுள்ளேயே சுற்றச் செய்கிறது. அதனால் உணர்த்திக்கு இது செல்ல விடப்படு வதில்லை. இது மிகவும் இன்றியமையாதவொன்று. ஏனெனில் Y சுருணையின் பக்கம் நிகழும் தரைப்பிழைக்கு மின்திறன் மாற்றியின் △ புறத்தின் சுழி தறுவாய் வரிசையின் மின்னோட்டத்தின் கூறு இல்லை. அதனால், மின்னோட்ட மாற்றிகளில் இம் மின்னோட்டங்கள் கூற்றிக் கொண்டிருக்க வழியில்லை. Y சுருணையின் புறம் மின்னோட்ட மாற்றி இணைப்புப் பெறுதிருந்தால் இந்தச் சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னோட்டக் கூறு செயற்படும் சுருள்களுக்குள் சென்று உணர்த்தியை இயக்கித் தேவையற்ற பிரிப்பினை நிகழ்த்தி இருக்கும்.

மேலும் △ இணைப்புப் பெற்ற மின்னோட்ட மாற்றிகள், துணைமைச் சுற்றுக்கு வெளியே சுழி தறுவாய் மின்னோட்டங்களைச் செல்ல விடுவதில்லை என்பதால் ஒற்றைத் தறுவாய்த் தரைப்பிழை மின்மாற்றியில் ஏற்படும்போது உணர்த்தியின் இயக்கம் நடை பெறுது என்று நினைக்கவேண்டியதில்லை. சுழி தறுவாய் மின்னோட்டங்களை உணர்த்தி பெறுவதில்லையே தவிர பிழை மின்னோட்டத்தின் நேர், எதிர் தறுவாய் வரிசைக் கூறுகளைப் பெற்று உணர்த்தி இயங்கும். கூறப்பட்ட அமைப்பு ஒவ்வொரு தறுவாய்க்கும் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட சுருணை உள்ள திறன் மாற்றிக்கட்கும் பொருந்தும்.

படம் 7.4. ஃச்காட் (Scott) இணைப்புப் பெற்ற மின் மாற்றியைக் காட்டுகிறது. இவ்வமைப்பு '*b*' தறுவாயில் ஏற்படும் தரை மின்பிழைக்குக் காப்பளிக்காது. ஏனெனில் இது குறை மின்னழுத்தியின் பக்கமாக உள்ளதால் இதில் தரை மின்னோட்டத் தோற்றுவாய் ஏற்படல் அரிதே. மேலும், சுற்றுக்குச் சுற்று அல்லது தறுவாய்—தறுவாய்ப் பிழைகட்கு ஓர் உணர்த்திப் பகுதி மட்டுமே இயங்கும். இதனைப் பொதுவாக முத்தறுவாய் மாற்றிக்கு,

மூன்று உணர்த்திப் பகுதி வைப்பதுடன் ஒப்பிட்டால், அங்கே எந்த ஒரு தறுவாய் தறுவாய்ப் பிழைக்கும் இரண்டு உணர்த்திப்



படம் 7·4

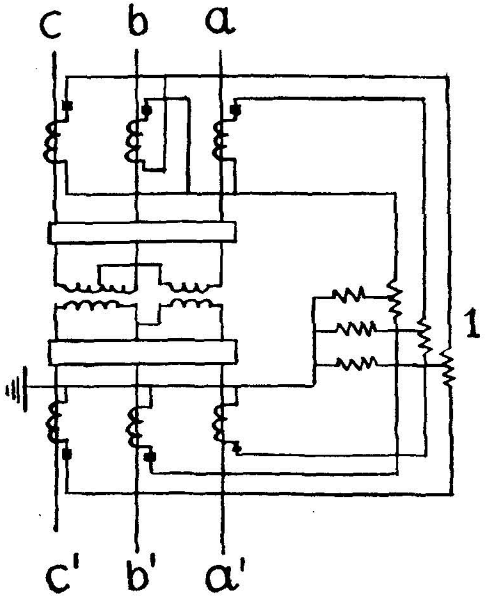
ஃச்காட் இணைப்புப் பெற்ற மின்மாற்றியின் காப்பமைப்பு

1. விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்தி

பகுதிகள் இயங்குவதால் இரண்டில் ஒன்றேனும் பிரிப்பை நிகழ்த்தும் என்ற உறுதியைத் தருகிறது. ஃச்காட் இணைப்பு மாற்றியின் மற்றொரு அமைப்பினைப் படம் 7·5 காட்டுகிறது.

வேற்றுமையுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்னோட்ட மாற்றிகள் ஓர் இடத்தில் மட்டுமே தரையிடப்படுகின்றன. 'Y' இணைப்புப் பெற்ற மின்னோட்ட மாற்றிகள் ஒன்றிற்கு மேலிருந்தால் அவைகளின் நடுமுனைகள் எல்லாம் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு, ஓர் இடத்தில் மட்டுமே தரையிடப்படவேண்டும் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடங்களில் தரையிடப்பட்டாலோ, அல்லது குறைந்த

மின்தடையுள்ள தரைத் தண்டில் இணைக்கப்பட்டாலோ தரைக்கு அல்லது தரை மின்வாய்க்குச் செல்லும் பிழை மின்னோட்டம்,



படம் 7.5

ஃபிச்காட் இணைப்பற்ற மின்மாற்றியின் காப்பமைப்பு

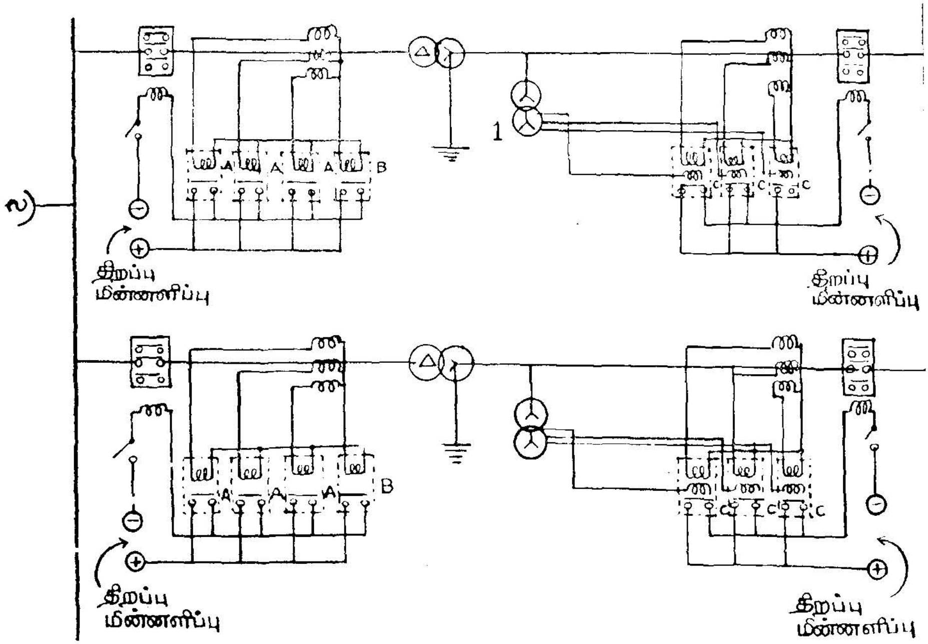
1. விழுக்காடு வேற்றுமை உணர்த்திகள்.

மின்னோட்ட மாற்றித் தரைகளிடையே (C.T. grounds) மிகுந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை உண்டாக்கும். அதனால் வேற்றுமைச் சுற்றதரில் மின்னோட்டம் செல்ல ஏதுவாகும். இத்தகைய மின்னோட்டத்தால் வேற்றுமையுணர்த்தி தேவையற்ற திறப்பினை உண்டாக்கும்; அல்லது சுற்றதர் கடத்திகட்குச் சேதத்தை விளைவிக்கும்.

இணை மின்மாற்றிகள் (Paralleled Transformers)

ஒரு மின்மாற்றி தனியாக இயங்குவதற்கு அமைக்கப்படும் காப்பமைப்பினை விட, சில சிறப்பான அமைப்புகள் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின்மாற்றிகள் இணைந்து செயற்படும் போது அமைக்கப்படவேண்டும்.

முதன்மைச் (உயர் மின்னழுத்தச்) சுருணைகள் △-த்தில் இணைக்கப்பட்டு (அல்லது தரையிடப்படாத Y-ல் இணைக்கப் பட்டு) இருந்தால், எளிய மிகை மின்னோட்ட தரைப் பிழைக் காப்பு அமைத்தல் போதுமானது. எந்தவொரு வெளிநிகழ் பிழைக்கும் முதன்மை பக்கம் சுழி வரிசை மின்னோட்டம் வராததால் தரைப்பிழை உணர்த்தி நாளுகவே வரையறைப்படுத்தப் படுகிறது; படம் 7·6 காண்க.



படம் 7·6

இணை மின்மாற்றிகளின் காப்பமைப்பு

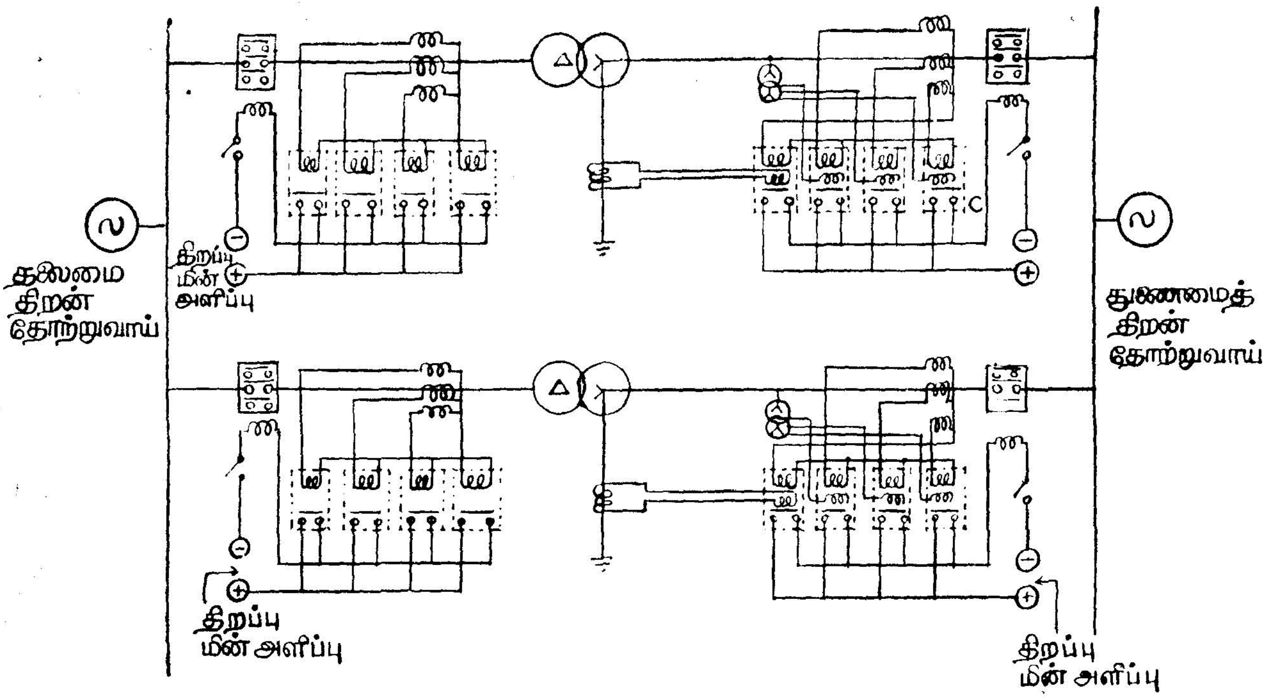
A. *திசைப் பணிப்பிலா மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி.*

B. *திசைப் பணிப்பிலா வரையறை கொண்ட தரைப்பிழை உணர்த்தி.*

C. *மிகை மின்னோட்ட திசைப் பணிப்பு உணர்த்தி.*

1, 2. *முத்தறுவாய் மின்னழுத்தமாற்றி.*

துணைமைப் பக்கத்தில் (Low voltage side) திசைப்பணிப்பு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.



படம் 7·7

இருபுறமும் தோற்றுவாய் கொண்ட இணை மின்மாற்றிகளின் காப்பமைப்பு

A. திசைப் பணிப்பிலா மிகைமின்னோட்ட உணர்த்தி, B. திசைப் பணிப்பிலா வரையறை கொண்ட தரைப்பிழை உணர்த்தி.
C. மிகை மின்னோட்ட திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி. D. தரைப்பிழைத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்தி.

இவ்வமைப்பில் தருவாய்ப் பிழைகள் நேரம், திசைப்பணிப்பு இவைகளுடன் வேறுபடுத்தி உணரப்படுகிறது. ஆனால் Y (தாழ் மின்னழுத்த) பக்கம் வேறு தனித்த (independant) தோற்றுவாய் ஏதும் இணைக்கப்படவில்லையென்றால் (நடைமுறையில் பெரும்பாலும் இணைக்கப்படுவதில்லை) தாழ் மின்னழுத்தத் திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகள் மிகத் தாழ்ந்த நேர அமைவுகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். அதாவது நடைமுறையில் உடனிகழ் நேர முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். இயல்பான திசையில் (normal direction) நிறை சுமைக்குச் சமமான மின்னோட்டத்தை உணர்த்திச் சுருணைகள் மிகை வெப்பமுறுமல் தாங்கிச் செல்லும்; எனில், அவைகட்கு நிறை சுமை மின்னோட்டத்தில் 20 அல்லது அதற்குக் கீழே கூட நேர அமைவுகளை அமைக்கலாம். இத்தகைய தாழ் அமைவுகள் தாழ்நிலை மின்னோட்டச் (Y) சுருணைகட்குத் தறுவாய் மற்றும் தரைப் பிழைகளிலிருந்து போதுமான பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன. ஆகவே, தாழ் அமைவுகள் பெற்ற எஞ்சு இணைப்புத் தரைப்பிழை உணர்த்திகள் தேவைப்படுவதில்லை.

அரிதாக, ஒரு தனித்த திறன் தோற்றுவாய்த் துணைமையின் பக்கம் இணைக்கப்பட்டால் (படம். 7.7) கூருணர்வுடைய தரைப் பிழை உணர்த்தி ஒன்றினை அமைத்தல் நன்று. இதனால் உயர் மின்னழுத்த அமைப்பில் ஏற்படும் பிழைகளைப் பிரித்தறிய, தறுவாய்ப் பிழை உணர்த்திகளில் நேரம் மற்றும் மின்னோட்ட அமைவுகளை உணர்த்த நேரிடுகிறது. (உயர் மின்னழுத்த அமைப்பில் பிழைகள் நேர்ந்தால் தாழ் மின்னழுத்தப் பக்கத்திலிருந்து மின்மாற்றி வழியாகப் பிழைக்கு மின்னோட்டம் செல்லக் கூடும்.) தறுவாய்ப்பிழையோ அல்லது தரைப்பிழையோ உயர் மின்னழுத்தப் பகுதியில் ஏற்பட்டால், அதனால் சுழி வரிசை மின்னோட்டம் தாழ் மின்னழுத்தப் பகுதியிலோ தறுவாய் இணைப்புகளிலோ உண்டாவதில்லை. ஆகவே, தாழ் நேர மற்றும் மின்னோட்ட அமைவுகள் (Low-time current settings) தாழ் மின்னழுத்தத் திசைப் பணிப்புத் தரைப் பிழை உணர்த்திகளில் இருப்பது ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடியதே.

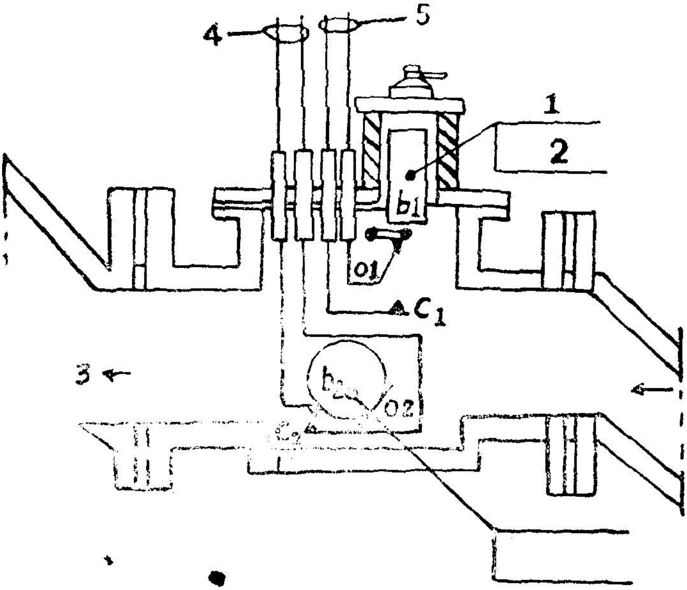
உள்நிகழ் தறுவாய்ப் பிழைகள் ஏற்படுவது அரிதே. அதுவும் குறிப்பாகத் தரைப் பிழைக்குத் தக்க காப்பமைப்பு அமைத்துவிட்டால் மிகவும் அரிது என்ற அடிப்படையில்தான், தாழ் நேர மற்றும் மின்னோட்ட அமைவுகள் கொள்ளப்படுகின்றன.

புக்கால்ஸ் காப்பமைப்பு (Buchholz Protection)

இரு மின்தடைப் பொருள் (di-electric) எண்ணெயினுள் மூழ்கவைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்மாற்றியிலும் அல்லது வேறெந்தக்

கருவியிலும் ஏற்படும் உள் நிகழ் பிழையை, அதனால் உண்டாகும் வளியின் (gas) கன அளவினால் அறியலாம். இதனையறிந்து செயற்படுத்த புக்கால்ஸ் (Buchholz) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட 'புக்கால்ஸ் உணர்த்தி' என்னும் ஓர் உணர்த்தியைப் பயன் படுத்துகிறோம், இது குறிப்பிட்ட அளவைவிட, எண்ணெய் தன் அளவில் குறையும்போதும்கூட தெரிவிக்கிறது. இவ்வகை உணர்த்திகள் சுமார் 30 ஆண்டுக்காலமாக நடைமுறையில் உள்ளன. இது பாதுகாப்பகம் (conservator) அமையப் பெற்ற மின்மாற்றிகளில் மட்டுமே அமைக்கமுடியும்.

இவ்வுணர்த்தி மின்மாற்றியின் மேற்பகுதியையும், விரிவுக் கலனகப் (expansion chamber) பயன்படும் பாதுகாப்பகத்தையும் இணைக்கின்ற குழாயினுள் அமைக்கப்படுகிறது. இவ்வுணர்த்தி



படம் 7·8

1. மிதவை, 2. மணி, 3. பாதுகாப்பகத்தை நோக்கி, 4. திறப்பு ஏற்படுத்த, 5. மணி ஒலிக்க.

O_1, O_2 என்ற அச்சில் சுற்றிவரும்படியாக b_1, b_2 என்ற இரு மிதவைகளைக் கொண்டது; C_1, C_2 என்பன முறையே இதன் (mercury) தொடுமுனைகள்.

சிறு மின் பிழை நேரும்போது

மெதுவான மின்காப்பு (insulation) முறிவினால் தோன்றுகின்ற வளியெல்லாம் மிதவை b இருக்கிற வளிகலனில் சேர்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு சேரும்போது எண்ணெயின் அளவு அக்கலனில் மிகவும் குறையத் தொடுமுனை C -ன் இணைப்பு ஏற்பட, எச்சரிக்கை மணி ஒலிக்கிறது. எச்சரிக்கை மணி ஒலித்தவுடனேயே அம் மின் மாற்றியை இயக்கத்தினின்றும் நீக்கி வளி கலத்தினின்று (gas chamber) வளியை வளி பகுப்பாய்வினுள் (gas analyser) பெற்று எவ்வகை மின்காப்பு முறிந்துள்ளது என்பதை அறியலாம்.

பெருமின் பிழை நேரும்பொழுது

மின்மாற்றியினுள் பெரும் பிழை ஏற்படும்போது பெருமளவில் வளியுண்டாக்கலும், எண்ணெய் வெளியேற்றப்படுதலும் நடப்பதால், b_2 நகர்த்தப்பட்டு C -ன் இணைப்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இவ்விணைப்பு சுற்றதர்ப் பிரிப்பியை இயக்கித் திறப்பினை உண்டாக்குகிறது. மின்மாற்றியினுள் பெரும் பிழை நிகழ்ந்துள்ளதால், மின் மாற்றியைப் பிரித்துத்தான் பிழையைக் கண்டுபிடிக்க இயலும். இக் காப்பமைப்பு மின்மாற்றியினுள் நிகழும் பிழையை அறிவதற்கு மட்டுமே பயன்படும். மின்மாற்றியின் மின்காப்பியில் (bushing) நிகழும் பிழைக்கும் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, இவற்றிற்கு இடைவெளியில் நிகழும் பிழைக்கும், வேற்றுமையுணர்த்தி போன்ற மற்றக் காப்பமைப்புகளையே அமைத்தல் வேண்டும்.

8. மின்வாய்க்கட்டைக் காப்பமைப்பு

மின்வாய்க்கட்டைக் காப்பமைப்பு மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் மின்வாய்க்கட்டைதான் மின்னமைப்பின் உயிர்நிலையாக உள்ளது. இதில் பிழை ஏற்படுமாயின் சேதமேற்படுவதுடன் மின்னோட்டம் பல பகுதிகளுக்குத் தடை செய்யவும் நேரிடுகிறது.

இதன் காப்பு மண்டலம், மின்வாய்க்கட்டையோடு சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, இணைப்பி, அளவு கருவி மின்மாற்றி, மின்வாய்க்கட்டையினைப் பிரிக்கும் எதிர்வினைப்பி(Sectionalising reactors) முதலியனவற்றையும் உள்ளிட்டிருக்கும். மின்வாய்க்கட்டையின் பிழைகளுள் சில : பிரிப்பியானது பிழை மின்னோட்டத்தைத் தடை செய்யாதுவிடல். மின்வாய்க்கட்டைப் பகுதிகளில் விலங்குகள் ஏறிவிடல், இயக்குநர்கள் தவறுதலாக இணைப்பியினை சுமையிருக்கும் போதே திறந்துவிடல் முதலியனவாகும். மின்பாதையில் ஏற்படும் பிழைகளைவிட, இதில் பிழை நிகழல் மிகக்குறைவே ; என்றாலும், விளைவு இதனினும் பேரிழப்பைத் தரக்கூடியதாக அமைகிறது. இதன் பிழையை அகற்றுதல் என்பது பிழையுள்ள மின்வாய்க்கட்டையின் அல்லது மின்வாய்க்கட்டைப் பகுதியின் எல்லா சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளையும் திறக்கச் செய்வதே. இதனால் பெரும்பாலும் மின்னூக்கம் அல்லது மின்திறன் செலுத்தம் அல்லது இரண்டுமே துண்டிக்கப்படுகிறது. பெரிதும் விரைந்து மின்வாய்க்கட்டைப் பிழைகளைக் களையாவிடில், இயல்பான நிலைக்குக் கொண்டுவர பல பகுதிகளைப் பழுது பார்க்க வேண்டிவரும்.

சில மின்வாய்க்கட்டைகள் உணர்த்திகளைக் கொண்டிருப்பதில்லை. இத்தகைய மின்வாய்க்கட்டையில் ஏற்படும் பிழைகள் அதன் கிளைச்சுற்றதர்களில் உள்ள நேர-நீட்சிப் பின்னணி உணர்த்திகளால் களையப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும், சேதங்

களைக் குறைக்க வெகு-விரைவு மின்வாய்க்கட்டை உணர்த்தியமைப்பினை அமைத்தல் நன்று. சில வேளைகளில் மின்னமைப்பு நிலையாக இயங்குவதற்கும் வெகு-விரைவு மின்வாய்க்கட்டை உணர்த்தியமைப்பு வேண்டியதாகிறது.

சில இடங்களில் வெளிநிகழ் பிழைகட்கு மின்வாய் கட்டைக் காப்பு தேவையில்லாது இயங்கியதாகவும் அறிகிறோம். மின்வாய்க்கட்டையில் ஏற்படும் பிழைகளைவிட வெளிநிகழ் பிழைகளே அதிகமாதலினாலும், மேலும் மின்வாய்க் கட்டையின் தவறுதலான திறப்புகள் பல இடங்கட்குச் செல்லும் மின்னிலையைத் துண்டிப்பதாலும் மின்வாய்க்கட்டை உணர்த்திகளில் தவறான திறப்புகள் கண்டிப்பாய்த் தவிர்க்கப்படவேண்டும். நம்பகமில்லா உணர்த்திகட்குப் பதிலாக, உணர்த்திகள் இல்லாமல் இருப்பதே சால நன்று. எல்லா மின்வாய்க்கட்டைக் காப்பமைப்புகளும் தரைப்பிழைக்கே அமைக்கப்படுகின்றன. அவைகளுள் மிகுதியாகப் பயன்படும் முறைகளாவன : 1. சட்டக் கசிவுக் காப்பமைப்பு (Frame leakage Protection). 2. சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு (Circulation current protection). அனைத்துக் காப்பமைப்புத் திட்டங்களிலும் சோதனை அமைப்பு (Check-system) ஒன்றும் அமைத்தல் வேண்டும். இது வெளிநிகழ் பிழைக்கன்றி மின்வாய்க்கட்டை மண்டலத்தில் நிகழும் பிழைக்கு மட்டுமே காப்பமைப்பு மறுதலிக்கிறது என்று உறுதிப்படுத்த அமைக்கப்படுகிறது.

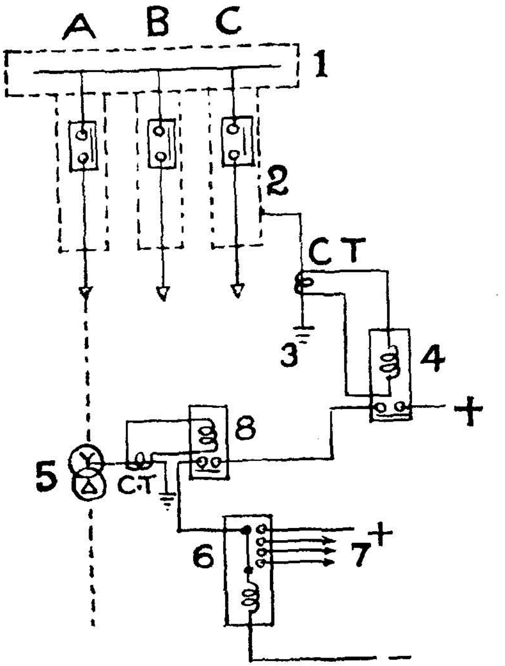
அ. சட்டக்கசிவுக் காப்பமைப்பு

ஒரு மின்மாற்றி இரு மின்பாதைகள் கொண்ட ஓர் இணைப்பியமைப்புடன் ஒரு மின்வாய்க்கட்டை கொண்ட ஒரு துணைமின் நிலையத்திற்கு இக்காப்பமைப்பு அமைக்கப்படும் விதத்தைப் படம் 8. 1 காட்டுகிறது.

இந்த இணைப்பியமைப்பு ஓர் இரும்பறை (Metal Clad) வகையாகும். உலோகச் சட்டங்களும் (Metal frame work) ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டும் தரையிலிருந்து மின்காப்பு அளிக்கப்பட்டும் உள்ளன. வடத்தில் ஈய உறை (Lead cable sheath) இணைப்பியமைப்புச் சட்டத்திலிருந்து மின்காப்புப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஆகவே, ஏதேனுமொரு சட்டத்தில் கசிவு ஏற்பட்டால், சட்டத்திற்கும் தரைக்கும் இணைக்கப்பட்ட இணைப்பிலேதான் கசிவு மின்னோட்டம் செல்லவேண்டும்; வேறு வழி கிடையாது.

மின்மாற்றியின் நடுநிலை-தரை இணைப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்னோட்ட மாற்றியினால் மின்னாற்றல் பெறும்

சோதனை உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள், இணைப்பியமைப்பின் தரை இணைப்பினில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்னேட்ட மாற்றியினுல் மின்னுற்றல் பெறும் சட்டக் கசிவு உணர்த்தியின்



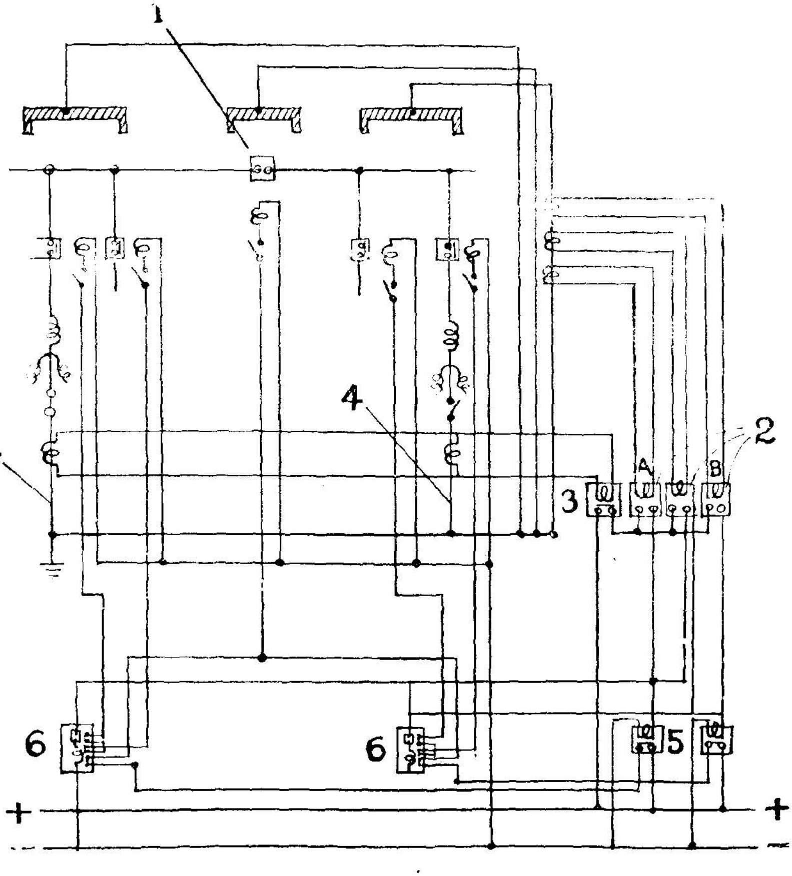
படல் 8·1

சட்டக்கசிவுக் காப்பமைப்பு

1. மின்வாய்க்கட்டைப் பகுதி, 2. இணைப்பியமைப்புத் தாங்கி, 3. வெளிச்செல்லும் மின்பாதைகள், 4. தாங்கிக்கசிவு உணர்த்தி, 5. உட்புகு மின்மாற்றி, 6. திறப்பு உணர்த்தி, 7. A, B, C-ன் திறப்புச் சுற்றதர்கட்கு. 8. சோதனை உணர்த்தி.

தொடுமுனைகளுடன் தொடரிணைப்பாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பிழையேற்பட்டுள்ள மின்வாய்க்கட்டைப் பகுதியில் இணைக்கப் பெற்ற கருவிகளின் சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைத் திறக்கச் செய்வதற்கான உணர்த்தி இயங்குவதற்கு முன்னர், தனித்தனியே செயற்படும் இரு வேறு உணர்த்திகள் இயங்கவேண்டியுள்ளது என்பதை நாம் கவனிக்கவேண்டும்.

காப்பளிக்கப்பட்ட மண்டலத்திற்கு வெளியே 'C' மின் பாதையில் ஒரு தரைப்பிழை ஏற்பட்டுள்ளதாகக் கொள்வோம்.



படம் 8·2

சட்டக்கசிவுக் காப்பமைப்பு

1. மின்வாய்க் கட்டை அல்லது பிரிவு ஏற்படுத்தும் சுற்றுதர்ப் பிரிப்பி,
2. சட்டத்(தரை)க் கசிவு உணர்த்திகள், 3. சோதனை உணர்த்தி,
4 நடுநிலை, 5. துணை உணர்த்திகள், 9. பல்-தொடுமுனை திறப்பு உணர்த்தி.

நடுநிலைச் சோதனை மின்னேட்ட மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளை வழியாக மின்னேட்டம் திறன் மின்மாற்றிக்குச் செல்லும். இதனால்

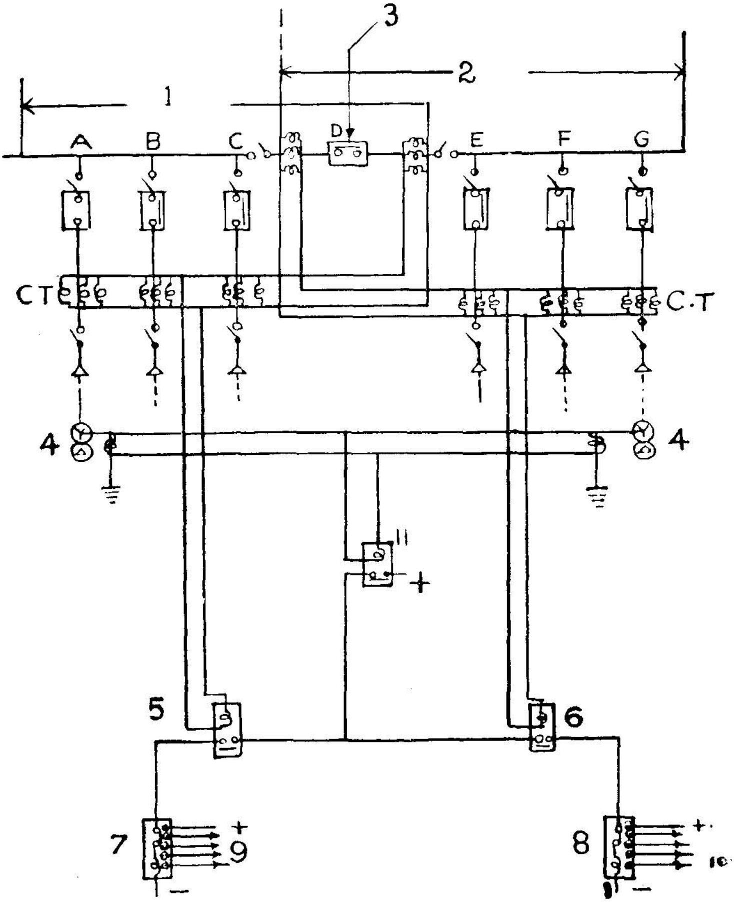
சோதனை உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள் இணையும். அதே நேரத்தில் சட்டக்கசிவு உணர்த்திகளின் தொடுமுனைகள் தொடாமலேயே யிருக்கும். ஆனால், காப்புப்பெற்றமண்டலத்தில் தரைப் பிழை ஏற்பட்டால், இரண்டு தரை இணைப்புகளிலும் மின்னோட்டம் செல்ல இரு உணர்த்திகளின் தொடுமுனைகள் இணைப்புப் பெற்று, திறப்பு உணர்த்தியை மின்னாற்றல் பெறச் செய்யும். பின்னர், திறப்புணர்ச்சி, A, B, C மூன்று பிரிவுகளிலும் உள்ள சுற்றதர்ப் பிரிப்பிகளைத் திறக்கச்செய்யும். தற்செயலாக ஓர் உணர்த்தி, இணைப்புப் பெற்றும் அது திற புச் சுருள் சுற்றதரில் இணைப்பு ஏற்படுத்தாது என்பது இதனால் தெரியவருகிறது. படம் 8.2 இவ் வமைப்பினைக் கொண்ட பிரிவு பெற்ற ஒற்றை மின்வாய்க்கட்டைத் துணை மின் நிலையத்தைக் காட்டுகிறது.

முன்பு குறிப்பிட்டதுபோலவே, இணைப்பியமைப்புச் சட்டம் தரையிலிருந்து மின்காப்புச் செய்யப்பட்டுள்ளது. சட்டப் பிரிவுகள் (frame-work section) A, B, மற்றும் மின்வாய்க்கட்டைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் சட்டப் பிரிவு இம்மூன்றும் ஒவ்வொன்றி லிருந்தும் மின் காப்பிடப்பெற்றுள்ளது. மேலும், ஒவ்வொரு சட்டத்திற்கும் தரையிணைப்புக்குமிடையில் ஒவ்வொரு மின்னோட்ட மாற்றி அமையுமாறு தரையிணைப்புகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் A,B அல்லது மின்வாய்க்கட்டைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி ஆகிய பிரிவுகளில் ஏற்படும் பிழையைப் பிரித்தறியமுடியும். சோதனை உணர்த்தியை ஏதேனுமொரு நடுநிலையினாலோ அல்லது இரண்டினாலுமோ பெறச் செய்யலாம். இதனுடைய தொடுமுனைகளும், A அல்லது B பிரிவுக் கசிவு உணர்த்தியின் தொடுமுனைகளும் இணைக்கப்பட்டால் ஏற்ற திறப்பு உணர்த்தி இணைப்புப்பெற்று, பிரிவு திறப்புச் சுருள்களும், பிரிவுச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் திறப்புச் சுருள்களும், உணர்த்தி மற்றும் திறப்பு உணர்த்தித் தொடுமுனைகள் வழியாக மின்னோட்டம் பெறுகின்றன. பிரிவுச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் மேல் தரைப்பிழை ஏற்படின் மின்வாய்க்கட்டை முழுவதும் மின்னிலை இழக்கும். இரட்டை மின் வாய்க்கட்டை அமைப்புகளுக்கு இம்முறையால் காப்பமைப்புத் தர இயலாது.

ஆ. சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு

இவ்வகை மின்வாய்க்கட்டைக் காப்பமைப்பு, புதிய மின் நிலையங்களிலும் துணை மின் நிலையங்களிலும் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. பிரிக்கப்பட்ட ஒற்றை மின்வாய்க்கட்டை நிலையத்தில் அமைக்கப்பட்ட இதன் அமைப்பைப் படம் 8.3 காட்டுகிறது.

இக்காப்பமைப்பு இரு மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் மின்வாய்க்கட்டைப் பரப்பின் ஒரு பிரிவில் பிழையேற்



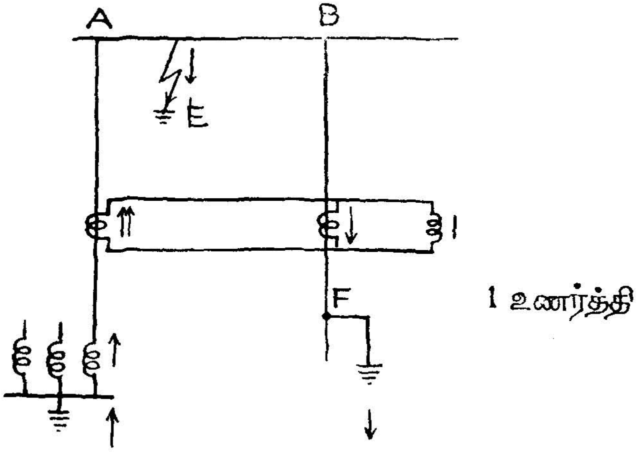
படம் 8·3

சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு

1. மண்டலம் 1, 2. மண்டலம் 2, 3. மின்வாய்ப்பிரிவுச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி, 4. உட்புகு மின்மாற்றி, 5. 1ஆம் மண்டலக் காப்புணர்த்தி, 6. 2ஆம் மண்டலக் காப்புணர்த்தி, 7. 1ஆம் மண்டலத் திறப்புணர்த்தி, 8. 2ஆம் மண்டலத் திறப்புணர்த்தி, 9. A, B, C, D-ன் திறப்புச்சுற்றதர்க்கு, 10. D, E, F, G-ன திறப்புச் சுற்றதர்க்கு, 11. சோதனை உணர்த்தி.

பட்டால் அந்தப் பிரிவில் உள்ள கருவிகள் மட்டுமே திறக்கப் படுகின்றன. மின்வாய்க்கட்டைப் பிரிவுண்டாக்கும் (bus sectionalising) கருவி, காப்புப்பெறும் இரு மண்டலங்களிலும் உள்ளிடப்பெற்று உள்ளது. ஏனெனில் ஒரு பிரிவில் ஏற்படும் பிழைக்கு மற்றொரு பிரிவிலிருந்து இக் கருவியின்மூலம் பிழை மின்னோட்டம் செல்லக்கூடும்.

இவ்வமைப்பின் கோட்பாட்டினை அறிய முதன் மண்டலத்தில் உள்ள மின்வாய்க்கட்டைப் பிரிவினை எடுத்துக்கொள்வோம். மின்வாய்க்கட்டையின் இப்பிரிவு உட்புகு (incoming) திறன் மின் மாற்றியின் மின்னிலை பெறுவதாயும், 'B' மின்பாதை ஆற்றலைப் பகிர்வதாகவும் (supplying) அமைந்துள்ளன என்று கொள்வோம். காப்புப் பரப்பிற்கு வெளியே 'F' என்னுமிடத்தில் ஒரு பிழை ஏற்படுவதாகக் கொண்டால், அதற்கேற்ப மின்னோட்டம் முறையாகச் சுருக்கிய படத்தில் (படம் 8.4) கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ள படி, மின்னோட்ட மாற்றிகளில் செல்லும்; இதனால் உணர்த்தியின் சுருள் மின்னாற்றல் பெறுகிறது.



படம் 8.4

சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு

ஆனால், காப்புறு பரப்பில் 'E' என்னும் இடத்தில் ஒரு பிழை ஏற்படுவதாகக் கொண்டால் தரைமின்னோட்டத்தால், A மின்னோட்ட மாற்றியின் துணைமையில் மின்னோட்டம் மாறுபடும்

இவ்வேறுபடும் மின்னோட்டம் உணர்த்திக்குச் சென்று உணர்த்தியை இயக்கும். இயல்பான நிலையில், மின்னமைப்பில், எந்தப் பகுதியிலும் கசிவு இல்லையெனில், மின்னோட்ட மாற்றிகளின் துணைமைகளில் மின்னோட்டமே இரா. இதனால் உணர்த்தி இயங்கா. படம் 8.3-ல், உட்புகு திறன் மாற்றிகளின் நடுநிலை, தரை இணைப்புகளில் உள்ள மின்னோட்ட மாற்றியின்மூலம் இயக்கப்படுமாறு காட்டப்பட்டுள்ளது.

சமநிலை பெற, மின்னோட்ட மாற்றிகள் ஒரே விகிதத்தைப் (ratio) பெற்றிருத்தல் வேண்டும். சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பினை இரட்டை மின்வாய்க்கட்டை அமைப்பிற்கும் தக்கவாறு அமைக்கலாம்.

9. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் மூலம் மின்பாதைக் காப்பமைப்பு

தேவைக்கு ஏற்றபடி மிகை மின்னோட்டத் தொலைவு, தகவல் செலுத்து உணர்த்திக் கருவிகளின் மூலம் மின்பாதை காக்கப் படுகிறது. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் தாம் எளிமையானதும் மலிவானதும், பயன்படுத்துவதற்கு மிகவும் கடினமானதும், மறு சரி செய்கை விரைவிலே தேவைப்படுவதும் மின்னமைப்பு மாறும் போது வேறொன்றை அமைக்க வேண்டியதுமாயுள்ளன. இது பொதுவாக நிலையத் தேவைகட்கும், பகிர்வுச் சுற்றதர்கட்கும் (distribution circuits) தொழிற்கூட மின்னமைப்புக்கும், மலிவான காப்பமைப்பு மட்டுமே அமைக்கவேண்டிய சில கிளை மின் பாதை கட்கும், தறுவாய், மற்றும் தரைப்பிழை காப்பமைப்புக்கும் பயன் படுகிறது. தொலைவு உணர்த்திகள் தறுவாய்ப்பிழைகட்குப் பயன்படுத்தப்படும் பாதைகளில் பெரும்பாலும் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் தரைப்பிழைகட்கு முதன்மை உணர்த்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செலுத்தி — உணர்த்தியமைப்பு முதன்மைக் காப்பாக இருக்கும் பாதைகளில், இது பின்னணித் தரைக்காப்பாக அமைக்கப்படுகிறது. இருந்தபோதிலும் நடை முறையில் தரைப்பிழையின் முதன்மைக் காப்பிற்கும் பின்னணிக் காப்பிற்கும், மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகட்குப் பதிலாகத் தொலை உணர்த்திகள் அமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. திறன் மின் மாற்றிகளின் வெளிநிகழ் பிழைக்கான பின்னணிக் காப்பமைப்பாக மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இங்கும்கூட மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகட்குப் பதிலாகத் தொலைவு உணர்த்திகள் அமைக்கும் போக்குத் தென்படு கிறது.

நடைமுறையில் இரண்டு (அ) மூன்று மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தித் தொகுதிகள் தறுவாயிடைப் பிழைகட்கும் (Inter-phase

faults) ஒற்றைத் தறுவாய் தரைப்பிழைகட்கு (single-phase to ground faults) ஒரு தனி மிகை மின்னோட்டஉணர்த்தியும் காப்பிற்கமைக்கப்படுகிறது. தனியாக ஒரு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி அமைப்பதன்மூலம் தறுவாய் உணர்த்திகளைக் காட்டிலும் விரைவும் கூருணர்வும் பெறமுடிகிறது. இருந்த போதிலும், எல்லா வகையான பிழைகட்கும் சில வேளைகளில் தறுவாய் உணர்த்திகளை மட்டுமே நம்பவேண்டியுள்ளது. ஆனால், தறுவாய் உணர்த்திகளும் சில வேளைகளில் சுழி தரைப் பிழை மின்னோட்டத்தின் சுழி தறுவாய் வரிசைக் கூறுகட்கு இயங்காதிருக்குமாறு செய்யவேண்டியுள்ளது.

மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் பகிர்வு அமைப்புக் காப்புகளிற் பயன்படுத்தப் பல காரணங்களால் மிகவும் பொருத்தமாகவுள்ளன. இவைகள் அடிப்படையில் எளிமையானதும் மலிவானதுமாய் இருப்பதால் நடைமுறையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பல நேரங்களில் இவை திசைப்பணிப்புடன் இருக்க வேண்டிய தேவை இராது; இதற்கு அலைமின் தோற்றுவாய் தேவையில்லை. மேலும் இரு தறுவாய் உணர்த்திகளும், ஒரு தரைப்பிழை உணர்த்தியும் அமைத்தலே போதுமானது. இறுதியாக, திறப்பு எதிர்வினைப்பி அல்லது கொண்மி திறப்பினைப் பயன்படுத்தலாம்.

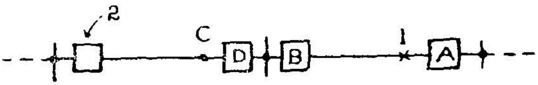
பகிர்வுச் சுற்றதர் அமைப்பில் பிழை மின்னோட்டத்தின் அளவு, பெரிதும் பிழை நேர்ந்த இடத்தையொட்டியே அல்லாமல், நடைமுறையில் மின்னுக்க மாறுதலையோ, உயர் மின்னழுத்த மின்செலுத்தத்தைப் பொறுத்தோ அமைவதல்ல ஆதலால், இவ்வுணர்த்திகளின் தலைகீழ் நேர இயல்பு பெரிதும் பயன்படுகிறது. இருந்தாலும், நடுநிலைத் தரையிணைப்பு மறிப்பினால், தரைப்பிழையின் மின்னோட்ட அளவு வெகுவாகக் குறைக்கப்படுமானால், தரை உணர்த்தியின் தலைகீழ் நேர இயல்பு பயனளிப்பதில்லை.

முடிந்த இடங்களில் எல்லாம் தலைகீழ் நேர உணர்த்தியமைப்புக்கு உடனிகழ் உணர்த்தியமைப்புக் குறைநிரப்பியாக வைக்கப்படுகிறது.

ஒருமுகப்படுத்தலுக்குச் (Co-ordination) தலைகீழ்நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளை அமைவு செய்தல்

தன்னுடைய பாதையில் ஏற்படும் எல்லாக் குறுக்குச் சுற்றதர்கட்கும் இயங்குமாறும், மற்றும் சில சூழல்களில் தனக்கு மிக

அடுத்த மின்னமைப்பு உறுப்பில் ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர்கட்குப் பின்னணிக்காப்பாக இருக்குமாறும் உணர்த்தியின் தொடு மதிப்பினை அமைப்பதுவே முதற்கட்டம். காட்டாக, தனக்கு அடுத்த உறுப்பு ஒரு மின்பாதையாக இருக்குமானால், (குறைந்த மின்னாக்கத்தின்போதோ அல்லது வேறு நிலைகளின்போதோ) மிகக் குறைந்த மின்னோட்டமே உணர்த்தியுள்ள இடத்தில் செலுத்தும் அம் மின்பாதையின் தொலைமுனையில் ஏற்படும் ஒரு குறுக்குச் சுற்றதரினால் பெறப்படும் மின்னோட்டத்திற்குச் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும்போது உணர்த்தி தொடுமாறு 'அமைவு' இருக்கவேண்டும்.



படம் 9·1

பின்னணிக் காப்புக்குத் தொடு அளவு சரிசெய்தல்

1. பிழை நிகழிடம், 2. தொடு அளவு சரிசெய்யப்படவேண்டிய உணர்த்தியின் இருப்பிடம்.

தறுவாய் உணர்த்திக்குத் தறுவாய்—தறுவாய்ப்பிழை ஒன்றைப் பாவனை செய்துகொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் தரைசேராத வேறெந்தப் பிழைகளையும்விட இதுதான் குறைந்த மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகிறது. இருந்தபோதிலும், தான் மின்னோட்டம் பெறுகின்ற மின் பாதையில் திடீர்த் தேவைக்காக மிகுந்த சுமையிருக்கும்போது, தொடும் அளவிற்குத் தறுவாய் உணர்த்திகள் அவ்வளவு கூருணர்வு கொண்டிருத்தல் கூடாது.

தரை உணர்த்திக்கு ஓர் ஒற்றைத் தறுவாய்-தரைப் பிழையொன்றினைப் பாவனை செய்துகொள்ளவேண்டும். இதனுடைய தொடு அளவு, சுமை மின்னோட்டத்தை ஒரு மூலக்கூறாகக் (Factor) கொள்ளக்கூடாது. சமனிலாச் சுமையினால் தரை மின்னோட்டமிருக்கும் பகிர்வு மின்னமைப்பில் மட்டுமே இதனைக் கருத்திற் கொள்ளலாம். அடுத்தாற்போல், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின்பாதைப் பிரிவுகள் இருக்குமானால், சரி செய்கைக்கு எடுத்துக்கொண்ட உணர்த்தி இருக்கும் இடத்தில் எந்தவொரு பிரிவின் முடிவு மிகக் குறைந்த மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த வல்லதோ, அங்கு பிழை நிகழ்வதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

'A' சுற்றதர்ப் பிரிப்பி திறந்திருப்பதைவிட, இணைப்புற்றிருக்குமாயின், இணைச்சுற்றதர்களின் விளைவால் குறைந்த அளவு மின்னேட்டமே படம் 9.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள உணர்த்தி இடத்திற் செல்லும். 'A' இணைப்புற்ற நிலையில் சிறப்பான அமைவுகளைக் கொள்ள முடிந்தால் மிகவும் நல்லதே. ஆனாலும் 'B' பிரிப்பி, திறக்கத் தவறினுல் கருத்தில் உள்ள உணர்த்தி இயங்கும்படிச் சரி செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக, பிரிப்பி 'A'-வும் திறக்கத் தவறும் என்று பாவனை செய்யப்படுவதில்லை. இவ்வாறு கொள்வதில் தவறில்லை.

'A' திறந்த நிலையில் படத்தில் காட்டியுள்ள இடத்தில் பிழை ஏற்பட்டதனுல் பெற்ற மின்னேட்டத்தைவிட, குறைந்த மின்னுக்கமுள்ள நிலையில், 'D' இணைப்புற்று 'C' இல் ஏற்படும் பிழைக்கு உணர்த்தி சில வேளைகளில் குறைந்த மின்னேட்டமே பெறலாம். இந்நிலையிலும் உணர்த்தி இயங்கக்கூடியதாக இருக்கவேண்டும்.

உணர்த்தியின் நேரவளைகோடுகளில், மிகவும் தலைகீழ் பகுதியைப் (most inverse portion) பயன்படுத்த, முதன்மை மின்னேட்ட அடிப்படையில் (in terms of primary current) தொடு அளவு எவ்வளவு அதிகமாக இருக்கமுடியுமோ, அவ்வளவும். அதே நேரத்தில் உணர்த்தி குறைந்த அளவு பிழை-மின்னேட்ட நிலையில் நம்பிக்கையாக இயங்க மிகவும் தாழ்ந்த நிலையிலும் இருக்கவேண்டும். இந்த நிலையில் உணர்த்தியின் தொடு அளவு 1·5 மடங்கிற்குக் கீழே இயங்கக்கூடாததாக இருக்கவேண்டும், இதற்குக் காரணம் தொடு மின்னேட்டத்திற்கு அருகில், திருக்கத்தில் அளவு மிகமிகக் குறைவு ; உராய்வின் அளவில் ஒரு சிறிது அதிகமானுலும்கூட இயக்கத்தை நிறுத்திவிடும் ; அல்லது செயற்படும் நேரத்தை மிகவும் அதிகப்படுத்தும் மிகத்தாழ்ந்த தொடு அளவு மடங்கிற்கு மின்னேட்ட மாற்றியின் விகிதமோ அல்லது உணர்த்தியின் சரி செய்கை எல்லையோ இடந்தராது நிற்கலாம். இந்தச் சமயத்தில் மின்னேட்ட மாற்றியையோ அல்லது உணர்த்தியையோ மாற்றுவது தவிர உணர்த்தியைச் சரி செய்ய முடிந்த அளவு உயர்ந்த தொடு அளவுக்குப் பயன்படுத்துவதுதான் முடியும்செயல்.

எல்லாச் சமயங்களிலும் தெரிமை உடையதாயிருக்கக் கொடுக்கப்பட்ட உணர்த்தியின் தொடு அளவு பிழைக்கு அருகிலுள்ள மற்ற உணர்த்திகளைக் காட்டிலும் சற்று அதிகமாக இருக்கவேண்டும். குறுக்குச் சுற்றதர் தோன்றிய நேரத்திலிருந்து நேரம் ஆகஆக மின்னுக்கியின் மறிப்பு துணை மாறுகாலத் தன்மையிலிருந்து (Sub-transient) ஒத்தியங்கு நிலைக்கு அதிகமாகித்

கொண்டே வருகிறது. எந்த அளவிற்குக் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுவது என்ற வினு எழுவது இயற்கையே. உணர்த்தி இயங்கும் வேகம், குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தின் அளவினை மின்னுக்கியின் மறிப்பு எந்த அளவு தாக்குகிறது, அவ்வுணர்த்தியின் அமைவுகள்— இவற்றை யொட்டியே இதற்கு விடையமையும். வழக்கத்தில் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தின் அளவினை வரம்பிடும் மறிப்பு பெருமளவு மின் மாற்றி, மற்றும் மின்பாதையின் மறிப்பினைக் கொண்டுள்ளதால் மின்னுக்கியின் மறிப்பு மாற்றம் புறக்கணிக்கக் கூடியதே. பெரிய மின் நிலையங்கட்கருகில் உள்ள உணர்த்திகட்கு பின்னணிக் காப்புக்கான தொடு அளவைக் கணக்கிட ஒத்தியங்கு மறிப்பினைக் கொள்ளலே சிறந்தது. ஆனல் அந்நிலையித்திற்கு அருகிலுள்ள ஒரு வெகு விரைவு உணர்த்தியின் தொடு அளவு கணக்கிடப்படுவதற்கு மாறுகாலத் தன்மை மறிப்பினையே கொள்ளவேண்டும். பொதுவாக, மாறுகாலத் தன்மை மறிப்பு எல்லாவற்றிற்கும், குறிப்பாக மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் துணை செலுத்தம் (sub-transmission) அல்லது பகிர்வு அமைப்பிற்கும் ஏற்றதாக அமையும்.

படம் 9·2

தெரிமை சரிசெய்தல்

1. பிழை நிகழிடம், 2. நேரம் சரிசெய்யப்படவேண்டிய உணர்த்தியின் இருப்பிடம்.

தனக்கு மிகவும் அடுத்த மின்னமைப்பு உறுப்புகளின் உணர்த்திகளை யொட்டித் தெரிமை பெறுவதற்காக, நேர நீட்சி சரி செய்தலே தலைகீழ் நேர மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளில் செய்கின்ற சரி செய்தலில் இரண்டாம்படி. உணர்த்தி இருக்கின்ற இடத்தில் பெரும் மின்னோட்டம் செல்லும் நிலையையொட்டி நேர அமைவினை அமைக்கவேண்டும். தனக்கடுத்த மின்னமைப்பு உறுப்பின் பிரிப்பிக்குச் சற்றுத்தள்ளிக் குறுக்குச் சுற்றதர் நிகழுமாயின் இந்நிலை அமையும். இது படம் 9·2-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. சில வேளைகளில் 3-ஆம் பிரிப்பி திறந்திருந்தால் உணர்த்தி இருப்பிடத்தில் மிகுந்த மின்னோட்டம் செல்லும். தறுவாய் உணர்த்திகளைச் சரி செய்ய முத்தறுவாய்ப்பிழை

ஒன்றைப் பாவனை செய்துகொள்ளவேண்டும். ஒரு தரை உணர்த்திக்கு ஒற்றைத் தறுவாய் தரைப்பிழை இருப்பதாகப் பாவிக்க வேண்டும். இரு நிலையிலும் மின்னுக்கம் பெரும நிலையில் இருப்பதாகக்கொண்டு, பிழை மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

தெரிமைக்கான சரி செய்கைகள், பெருமப் பிழை மின்னோட்டத்திற்குச் செய்யப்படுகின்றன. ஏனெனில், இந்நிலைகளில் அமைவுபெறும் தெரிமை, குறைந்த மின்னோட்டங்களிலும் உறுதியாகத் தெரிமையுடையதாயிருக்கும். இதனைப் படம் 9·2 தெளிவாகக் காட்டுகிறது. படத்திலிருந்து, தொடு அளவு மடங்கு அதிகம் ஆக ஆக, இருவளை கோடுகளுக்கிடையே உள்ள நேர இடைவெளி அதிகமாகிறது என்பது தெரிகிறது. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட எந்தவொரு தொடு அளவு மடங்கிற்கும் நேரப்பரவல் (time-spread) போதுமானதாக இருந்தால், தாழ்மடங்கிற்கு (Lower multiple) நேரப் பரவல் போதுமானதற்கு மேலாகவே இருக்கும். வெவ்வேறு பண்புடைய உணர்த்திகள் தவிர்க்கப்பட்டு, ஒரே நேர மின்னோட்டப் பண்புகள் கொண்ட உணர்த்திகளையே கொள்ளவேண்டும். தெரிமையை உறுதிப் படுத்த இரு உணர்த்திகளின் இயக்கும் நேரத்தில் எவ்வளவு வேறுபாடு இருக்கவேண்டும் என்பது கேள்வியாகிறது. படம் 9.2-ஐக் கொண்டு இதற்கொரு தீர்வு காண்போம். படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஏற்படும் பிழைக்குப் பிரிப்பி 1-ல் இருக்கும் உணர்த்தி தன் தொடு முனைகளைச் சேர்க்குமுன்பே, பிரிப்பி 2-ல் இருக்கும் உணர்த்தி தன்னுடைய தொடுமுனைகளைச் சேர்த்துப் பிரிப்பி 2 இனை திறக்கச் செய்து, குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தைத் தடை செய்யவேண்டும். மேலும், குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் நின்றபிறகு, பிரிப்பி 1-ல் உள்ள உணர்த்தி சற்று மிகைப் பயணத்திற்கு இயங்காதவாறும் அமைக்கப்பட வேண்டும். பிரிப்பி 1-ல் உள்ள உணர்த்தி இயக்கத்திற்குத் தேவையான நேரத்தை, பிரிப்பி 2-ல் உள்ள உணர்த்தியின் இயக்கும் நேர அடிப்படையில் கீழ்க்காணும் நூற்பாவினால் (formula) உரைக்கலாம்.

$$T_1 = T_2 + B_2 + O_1 + F.$$

T = பிரிப்பி 1-ல் உள்ள உணர்த்தியின் இயக்கும் நேரம்.

T = பிருப்பி 2-ல் உள்ள உணர்த்தியின் இயக்கும் நேரம்.

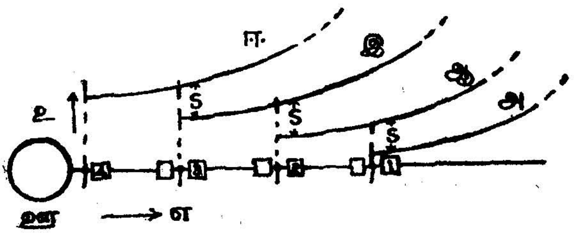
B_2 = பிரிப்பி 2-ன் குறுக்குச் சுற்றதர் தடை செய்யப்படும் நேரம்.

O_1, பிரிப்பி 1-ல் உள்ள உணர்த்தியின் மிகைப்பயணம்

F : காப்புக் கரணி நேரம் (Factor of safety time).

இம் மிகைப் பயண நேரம் வெவ்வேறு மின்னோட்ட உணர்த்திகளுக்கும் வெவ்வேறு தொடு மடங்கிற்கும் வெவ்வேருய் அமையும். ஆனால், வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் தலைகீழ் நேரவகைகட்கு 0.1 நொடி என்று கொள்ளலாம். காப்புக்கரணி நேரம் பொதுவாக மிகைப் பயண நேரத்துடன் சேர்த்து 0.2-லிருந்து 0.3 நொடி ஆகக் கொள்ளப்படுகிறது. தெரிபொருள்கள் துல்லியமாகக் கிடைத்தால், குறைந்த அளவு நேரத்தினைப் பயன்படுத்தலாம்.

முன்னர் விளக்கப்பட்டவாறு சரி செய்யப்பட்ட உணர்த்திகளின் நேர-தொலைவு ஒப்புமை (time Vs distance) வளைகோடுகள் படம் 9.3 -ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன ; இதனை ஆராய்வோம். 'S' என்னும் தெரிமை-இடை-வெளி நேரம் (selective time interval) பிரிப்பு நேரம், மிகைப் பயண நேரம், காப்புக்கரணி நேரம் ஆகிய மூன்றின் கூட்டுத் தொகை, எந்தவொரு பிழை நேரும் இனத்தை பாவனை செய்கின்றேமோ அங்கு செங்குத்தாக வரையப்படும் கோடு எல்லா உணர்த்திகளின் இயக்கும் நேர வளைகோடுகளையும்



படம் 9·3

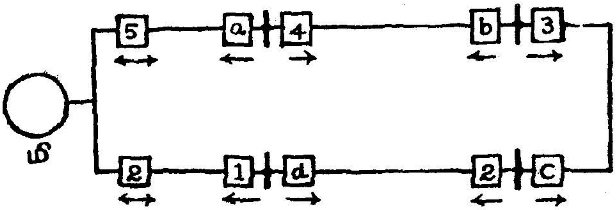
மின்னோட்ட உணர்த்திகளின் இயக்கும் நேரம்

அ. 1-ல் உள்ள உணர்த்தி நேரம்.
ஆ. 2-ல் உள்ள உணர்த்தி நேரம்.
இ. 3-ல் உள்ள உணர்த்தி நேரம்.
ஈ. 4-ல் உள்ள உணர்த்தி நேரம்.
உ. நேரம்.
ஊ. மின்னாக்கி
எ. தூரம்.

வெட்டும்; இதனால் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம், அவ்வளவு நேரம் தொடர்ந்திருந்தால், உணர்த்திகள் ஒவ்வொன்றும் இயங்கக் கூடிய நேரத்தைக் காட்டுகிறது.

எந்த முறையில் படம் 9.3-ல் உள்ள உணர்த்திகள் சரி செய்யப்படுகின்றதென்றால் பிரிப்பி 1-ல் உள்ள உணர்த்தியை முதலாகக்கொண்டு, வரிசையாகப் பின்னோக்கி 4-ல் உள்ள உணர்த்தி சரி செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக, சரிசெய்கைகள், மின்னாக்கத் தோற்றுவாய் மின்னிலையில் மிகவும் தூரமாக உள்ள இடத்தில் தொடங்கப்பட்டு, தோற்றுவாயை நோக்கிப் பின்புறமாக வரவேண்டும்.

படம் 9.3-ல் காட்டி விளக்கப்பட்ட நேர அமைப்பு, ஒரு முனையூட்டிப் பாதைக்கு (Redial feeder) மட்டுமே பொருந்துமன்றி கண்ணிப்பாதைகட்குப் பொருந்தாது; ஆனால் கோட்பாடு மாறுவதில்லை. மின்தோற்றுவாயிலிருந்து மின்னிலையால் தொலைவில் உள்ள உணர்த்தி முதலில் சரிசெய்யப்பட்டு, பின்னர் மின்தோற்றுவாய் நோக்கி முறையாக, பின்புறமாய்ச் சரிசெய்யப்படுவதை முன்பு கண்டோம். அதே முறையைப் படம் 9.4-ல் காட்டப்பட்டுள்ள கண்ணி அமைப்புக்கும் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 9·4

உணர்த்திகளின் நேர் அமைவுகளைச் சரிசெய்யும் முறை

மி : மின்னாக்கி

கண்ணி அமைப்பைச் சுற்றி உணர்த்திகள் வரிசைப்படி ஒரு புறம் நோக்குவதையொட்டி 1-2-3-4-5 என்றபடியும், மறுபுறம் நோக்குவதையொட்டி a-b-c-d-e- என்றபடியும் சரிசெய்யப்படுகிறது.

அம்புத் திசையில் பிழை மின்னோட்டம் செல்லும்போது உணர்த்திகள் திறப்புண்டாக்கும் என்னும் வகையில் திசைப் பணிப்பு மின்னோட்ட உணர்த்திகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

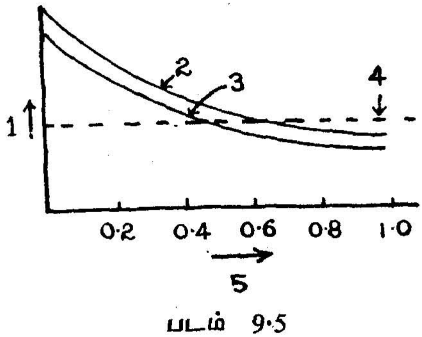
5. e ஆகிய இடங்களில் பிழை மின்னோட்டம் ஒருபுறம் மட்டுமே செல்லும். ஆகவே, அங்கு திசைப்பணிப்பிலா உணர்த்திகள் அமைத்தல் போதுமானது. அதைத்தான் இருமுனை அம்புக் கோட்டினால் காட்டியுள்ளோம்.

ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் சரிசெய்யப்படவேண்டிய முதல் உணர்த்தி மிகுந்த கூருணர்வினையும் விரைவினையும் கொண்டிருக்கும்படி சரிசெய்யபடவேண்டும்.

கண்ணி அமைப்பைச் சுற்றி வெவ்வேறு இடங்களில் அமையப் பெற்றிருந்தால், கண்ணிச் சுற்றதர்களிலுள்ள மிகைமின்னோட்ட உணர்த்திகளைச் சரிசெய்வது என்பது ஒரு சிக்கலான செயல். எங்கிருந்து முதலில் தொடங்குவது என்பதே அந்தச் சிக்கல். மேலும், ஒரு கண்ணியின் சுற்றதர்கள் மற்றொரு கண்ணியின் ஒரு பகுதியாக இருந்தால் இந்தச் சிக்கல் மேலும் கடினமாகிறது. ஒவ்வொன்றையும் பிழைத்துத் திருத்தமுறையில் (trial & error method) சரி செய்தலே மேற்கொள்ளத்தக்கதொன்றுகும். சில இடங்களில் சில பிரிப்பிகளைத் திறந்துவைக்காது தெரிமையுடன் மின்அமைப்பினை இயக்குவது என்பது இயலாததொன்றுகிவிடும். குறை நிரப்பு உடனிகழ் உணர்த்திகளை அமைப்பது சில சமயங்களில் உதவுகிறது.

உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் பயன்படும் முறை

பாதையின் தொலைமுனையிலிருந்து பிழையினை, உணர்த்தி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்தை நோக்கி நகர்த்தப்படும்போது, பெரும மின்னுக்க நிலையில், பிழை மின்னோட்ட அளவும் மும்மடங்



படம் 9·5

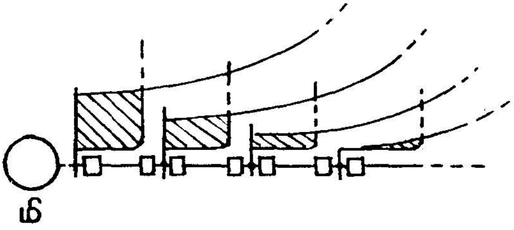
உடனிகழ் மிகைமின்னோட்ட உணர்த்திகளின் பண்பு

1. பிழை மின்னோட்ட அளவு, 2. முதற்றுவாய்ப் பிழைகள், 3. கறுவாய்—தறுவாய்ப் பிழைகள், 4. உணர்த்தியின் தொடு அளவு, 5. மின்பாதையின் பகுதி அளவு (Fraction of line length).

காகும் என்றால், அவ்விடங்களில்தான் உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளை அமைப்பது நன்மை பயக்கும். இதனைப் படம் 9.5 காட்டுகிறது.

பாதையின் முடிவில் ஏற்படும் முத்தறுவாய்ப் பிழையின் மின்னோட்டத்தைவிட 25% அதிகமாக இருக்கும்படி உடனிகழ் உணர்த்தியின் தொடு அளவு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உணர்த்தி மிகக் குறைந்த மின்னோட்டத்திற்குத் தொடக் கூடாது. இல்லாவிடில் பிழை மின்னோட்ட அலை முழுதுமாய் நகர்த்தப்படும்போது (fully offset), சில வேளைகளில் பாதையின் முடிவிற்குமேல் மிகை எல்லை கொள்ளும்.

பகிர்வுச் சுற்றதரில் மிகை எல்லைப்போக்குக் குறைவாக இருப்பதால் அதனினும் சற்றுக்குறைந்த மின்னோட்டத்தில் தொடுமாறு உணர்த்தியைச் சரி செய்யலாம். படம் 9.5-ல் காட்டப்பட்ட நிலையில் முத்தறுவாய் பிழைகட்கு மின்பாதையின் 70% க்கும் தறுவாய்-தறுவாய்ப்பிழைகட்கு மின்பாதையின் 54%-க்கும் உணர்த்தி இயங்கும் என்பது தெரிகிறது. தரைப்பிழை மின்னோட்டம், நடுநிலை மறிப்பினுல் வரையறைப்படுத்தப்படவில்லைஎன்றுலோ, அல்லது நடுநிலை மின் தடை மிகவும் அதிகமாக இல்லையென்றுலோ, இதேபோன்று வரையப்பட்ட இயல்புத் தொகுதி (a set of characteristics) மின் பாதையின் 70%-க்குமேல் தரைப்பிழைகட்குக் காப்புப் பெறுகின்றது என்பதைக் காட்டுகின்றது. ஏனெனில், தரைப்பிழையில் மின்னோட்டம் உணர்த்தியை நோக்கி நகர்த்தப்படும்போது உயர் வீதத்தில் (at a higher rate) அதிகமாகிறது.



படம் 9·6

உடனிகழ் உணர்த்திகளின்மூலம் பிரிக்கும் நேரம் குறைத்தல்

மி : மினுகி

படம் 9. 6-ல் கோடிட்ட பகுதிகள் பிழைகள் பலவற்றிற்கு உடனிகழ் மிகை மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு, காப்பமைப்பின் மொத்த நேரத்தை எந்த அளவு குறைத்துள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது. பெரும மின்னுக்க நிலையில்தான் இவ்வளவு குறைப்பும் பெற்றுள்ளது. மிகக் குறைந்த மின்னுக்க நிலையில் இது இயங்காது என்ற போதிலும் குறை நிரப்பு உணர்த்திகளாக

இதனைப் பயன்படுத்தலாம்; இவை மிகமிக சிக்கனமானதும்கூட. பெரும மின்னுக்க நிலையில் பிழை, பாதையின் மையத்தில் ஏற்படுமானால் உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியமைப்பு பாதையின் இருபுறமும் இருந்தால் ஒரே நேரத்தில் பிரிப்பு ஏற்படுத்தும் நிகழ்வு பெறப்படுகிறது.

பாதையின் ஒரு முனைக்கு அண்மையில் பிழை ஏற்பட்டால், பிழைக்கு அருகில் உள்ள முனையில் முதலிலும், பின்னரே அடுத்த முனையிலும் திறப்பு ஏற்படும். இவ்வுணர்த்திகள் தொலைவு உணர்த்திகள் போன்று அவ்வளவு கூருணர்வு கொண்டன அல்ல.

திசைப் பணிப்புச் சிறப்புக் கூறு (Directional Feature)

உணர்த்தி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்தில் ஒரே அளவுள்ள பிழைமின்னோட்டம்இருபுறமும் செல்லக்கூடியவாய்ப்பிருக்குமானால் தெரிமை பெறுவதற்கு எளிதான முறையாக, மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியில் திசைப் பணிப்புப் பண்பு அமைக்கப்படுகிறது. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் மின்னோட்டம் செல்லுவதையொட்டி இருபுறமும் சுற்றதர்ப்பிரிப்பியைத் திறக்கச் செய்யுமானால் தெரிமை பெறுவது மிகவும் கடினம். திசைப்பணிப்பு, ஒரு புறம் மட்டுமே மின்னாற்றல் பெறும் ஒரு முனையூட்டி மின்பாதைக்குத் தேவையில்லை.

அனைத்துத்திசைப்பணிப்பு-மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளும் திசைப் பணிப்புக் கட்டுப்பாடு சிறப்பினைப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும். இதனால் எந்தத் திசையில் மின்னோட்டம் சென்றால் மிகை மின்னோட்டப்பகுதி இயங்க வேண்டுமோ, அத்திசையில் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்குத் திசைப் பணிப்புப்பகுதி இயங்கினாலன்றி, மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திப்பகுதி இயங்கத் தொடங்கா.

தறுவாய் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியுடன் மின்னழுத்தம் தடை செய்யும் (Voltage restrained) திசைப் பணிப்புப் பகுதிகளைச் சில வேளைகளில் பயன்படுத்துவது சிறந்ததாக அமைகிறது. மிகைமின்னோட்ட உணர்த்தி இயங்கவேண்டிய திசையில், பிழை மின்னோட்டத்தின் அளவு அதே பெருமச் சுமை மின்னோட்டத்தின் அளவுக்குச் சமமாககவோ, அல்லது சற்றுக் குறைவாகவோ இருக்குமானால் அந்த வேளைகளில் இவ்வமைப்பு மிகவும் பயன் படுகிறது. திறன் ஊசலாட்டம் (powerswing) மிகுந்து நிகழும் போது மின்னழுத்தம் தடைசெய்யப்பட்ட திசைப் பணிப்பு உணர்த்திப்பகுதிகள் தேவையற்ற திறப்புக்களைத் தவிர்க்கின்றன

அத்தகைய திசைப் பணிப்புப் பகுதிகள், திசைக் கட்டுப்பாடும் தர வல்லதாய் இருக்கவேண்டும்.

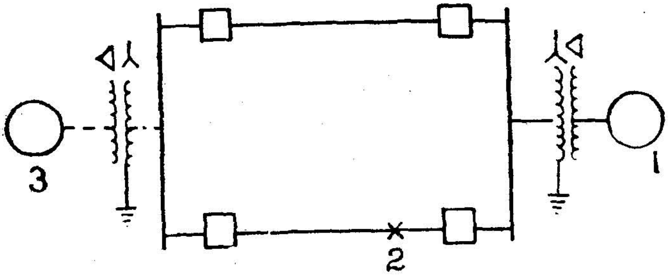
திசைப் பணிப்புப் பண்புடைய தரை உணர்த்திகளைக் குறிப்பிடும்போது "திசைப் பணிப்பு மிகை மின்னோட்டம்", "திசைப் பணிப்புத் தரை" என்ற சொற்றொடர்களை இரு வேறு வகை உணர்த்திகளாகச் சிலர் குறிப்பிடுகின்றனர். திசைப்பணிப்பு மிகை மின்னோட்டம் என்ற தொடர் திசைப் பணிப்புப் பகுதி, மிகை மின்னோட்டப் பகுதிகளைத் தனித்தனியாகக் கொண்ட ஓர் உணர்த்தியையும், திசைப் பணிப்புத் தரை என்ற தொடர் திசைப் பணிப்பையும் மின்னோட்டச் செயற் பண்பையும் இணைக்கின்ற தொடு அளவு நேர நீட்சி இயல்புகளின் சரிசெய்கைகள் கொண்ட ஒரு திசைப் பணிப்[illegible] பகுதியையும் குறிக்கும். திசைப்பணிப்பு மிகை மின்னோட்ட[illegible] சற்று மிகுந்த சுமையை மின்னோட்ட மாற்றியின் மேல் சுமத்[illegible]லும் இதுவே பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. காரணம் இது சரி செய்கைக்கு எளிதாக இருப்பதே. ஏனெனில் இது தெரிமை, நேர நீட்சி இவைகளில் இயக்கத்தைப் பாதை மின்னோட்ட அளவுமட்டுமே தாக்குகிறது. இதனுடைய திசைப் பணிப்புப் பகுதி மிகுந்த கூருணர்வும் விரைவும் உடையதாயிருப்பதால் இதன் விளைவினைப் புறக்கணிக்கலாம். திசைப் பணிப்புப் பகுதி வகையின் கூருணர்வு, விரைவு இவைகள் பாதை மின்னோட்டம், முனைமைப்படுத்தும் மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தம் இவற்றின் பெருக்குத் தொகையுடன் தறுவாய்க் கோணத்தையும் ஒட்டி உள்ளது.

இவ்விரு வகைகளையும் எளிதாக மாற்றிக்கொள்ளல் இயலாது. இவை இரண்டினையும் மின்னமைப்பில் கலந்துவிடாது ஏதாவது ஒன்றினையே திட்டமிட்டு அமைக்கவேண்டும். இல்லையேல் தெரிமைக்கு இடையூறுய் நிற்கும்.

குறுக்குச் சுற்றதரின்றித் தறுவாய்த் திறப்பு (Openphase) ஏற்படுவதன் விளைவு

குறுக்குச்சுற்றதரின்றி ஒரு தறுவாய்த் திறப்பு நிகழ்வது பெரும்பாலும் உருகி, உருகிவிடுவதாலோ அன்றிக் சுற்றதர்ப் பிரிப்பியின் தொடுமுனைகள் பிழைபட (faulty) அமைவதாலோ ஆகும். சுற்றதர்ப் பிரிப்பி தன்னகத்தேயுள்ள மூன்று முனைகளையும், திறக்கும் போதும் அல்லது இணைக்கும்போதும் ஒரே சமயத்தில் பிரிப்போ அல்லது இணைப்போ ஏற்படாதிருக்கும் சமயத்திலும், ஒவ்வொரு தறுவாயாக இணைப்பு ஏற்படுத்தும் சமயத்திலும் இது நிகழலாம்.

பெரும்பாலும் தரைப்பிழை உணர்த்தியே, இத்தகைய நிகழ்வுக்குத் தேவையற்ற திறப்புக்களை ஏற்படுத்தும். ஏதோ சில சமயங்

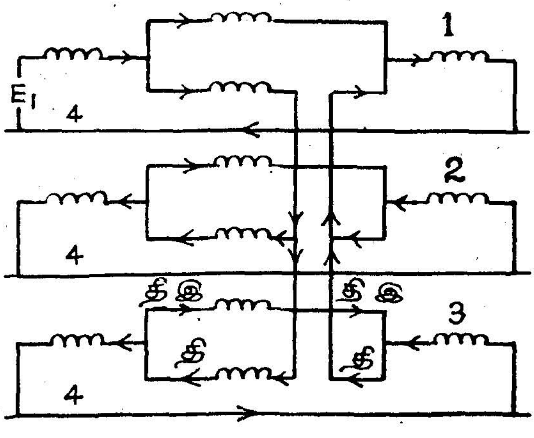


படம் 9·7

தறுவாய்த் திறப்பின்போது உணர்த்தி இயங்குதல்

1. சுமை 2. தறுவாய்த்திறப்பு 3. மின்னாக்கி

களில் சமநிலை -மின்னோட்ட உணர்த்தியமைப்பில் தறுவாய்ப்பிழை உணர்த்திகளும் இயங்கும் தறுவாய்த் திறப்பின்போது செல்லும் தறுவாய் வரிசை மின்னோட்டத்தை ஆராய்வதன்மூலம் பல



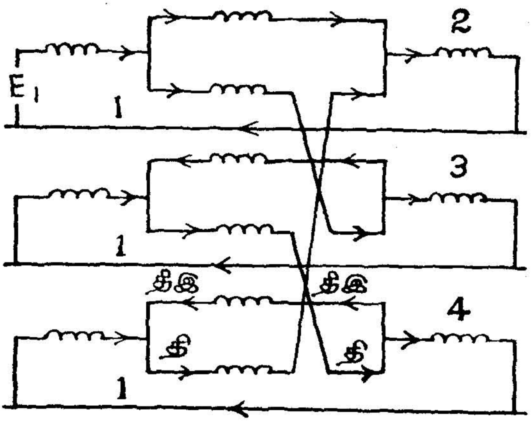
படம் 9·8

திறந்த தறுவாயின் தறுவாய் வரிசைப்படம்

1. நேர்நிலை
2. எதிர்நிலை
3. சுழி (zero)
4. சுழிமின்னிலை (zero potential).

உணர்த்தி வகைகளில் இயங்கும் போக்குகளை அறியலாம். 9. 7ஆம் படத்தில் உள்ள மின்னமைப்பை எடுத்துக்கொள்வோம். படத்

தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு தறுவாயில் சுற்றதர்த் திறப்பு ஏற்படு மானுல், தறுவாய்த் திறப்புக்கான தறுவாய் வரிசைப் படங்கள் 9.8 -ஆம் படத்தில் உள்ளவாறு அமையும்.



படம் 9.9

இரண்டு தறுவாய் திறந்திருக்கும்போது மூடியுள்ள மூன்ருவது தறுவாயின் வரிசைப்படம்

1. சுழி மின்னிலை, 2. நேர்நிலை, 3. எதிர்நிலை, 4. சுழி,
தி: திறப்பு, தி இ: திறப்பு இல்லை.

9.7ஆம் படத்திற் காட்டியுள்ள இடத்தில் இழி தறுவாய்களில் சுற்றதர்த் திறப்பு ஏற்படுமாயின் சுற்றதர்த் திறப்பு இல்லாத தறு வாயில் தறுவாய் முறையின் படத்தை 9.9ஆம் படத்தில் காணலாம். 9.8,9.9ஆம் படங்களில் காட்டப்பட்டுள்ள அம்புக்குறி கள் வெவ்வேறு தறுவாய் முறை பின்னற்சுற்றதரினுல் செல்லும் மின் ஞேட்டத் திசைகளைக் குறிக்கின்றன. மின்ஞேட்டத்தால் முனை கையுற்ற திசைப் பணிப்பு, தரை உணர்த்திகளின் இயங்கும் போக்கினை 9.8,9.9-ஆம் படங்களைக் கொண்டு பகுத்தறியலாம்; சுழிமின்னிலை மின்வாய்க் கட்டையிலிருந்து (Zero potential bus) சுழி தறுவாய் வரிசை மின்ஞேட்டப் பாதையினுள் கொடுக்கப்பட்ட இடத்தில் செல்லுமாஞல், இவ்வுணர்த்திகள் திறப்பினை உண் டாக்கும் என்பதை நினைவிற்கொள்ளவேண்டும். இவ்விரு மின் ஞேட்டங்களையும் எதிர்த் திசையில் மாற்றுவதாலும் திறப்பு நிகழும் போக்கு உண்டாகும். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு 9.8,9.9 படங்களில் அவ்வவ்விடத்தில் உள்ள தரை-திசைப் பணிப்பு

உணர்த்திகளின் இயங்கும் போக்குகளைக் (operating tendencies) காட்ட பாதை முடிவுகளில் தி(திறப்பு), தி. இ.(திறப்பில்லை) என்று குறிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மின்வாய்க்கட்டையிலிருந்து மின்னழுத்தம் பெறும் மின்னழுத்த-முனைமையுற்ற தரை திசைப்பணிப்பு உணர்த்திகளின் இயக்கம் மின்னோட்ட-முனைமையுற்ற உணர்த்திகளின் இயக்கம் போன்றதே. இருப்பினும் பிரிப்பிகளின் மின்பாதைப் பக்கமிருந்து மின்னழுத்தம் பெறப்பட்டால் கொடுக்கப்பட்ட ஓர் உணர்த்தியின் மின்னழுத்தத் தோற்றுவாய்க்கும் மின்வாய்க் கட்டைக்கும் இடையே தோன்றும் ஒரு சுற்றதர்த் திறப்பு படம் 9.௮, 9.9-ல் காட்டப்பட்டதற்கு நேர்மாறான ஓர் இயங்கும் போக்கினை அங்குள்ள உணர்த்திக்கு உண்டாக்கும்.

குறுக்குச் சுற்றதர்களுடன் வரும் தறுவாய்த் திறப்புகளின் விளைவு

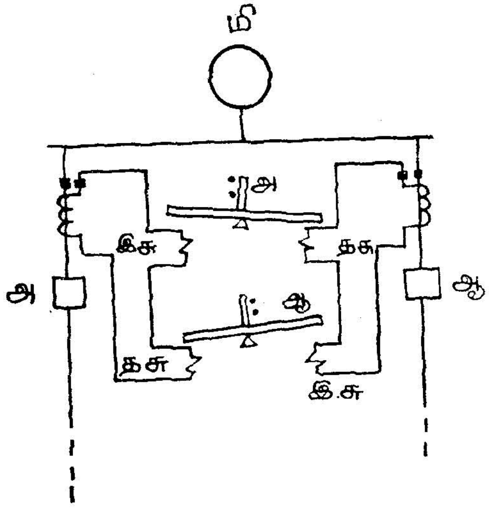
ஒரு பாதையின் கடத்தி அறுந்து, ஒரு முனையோ அல்லது இரண்டு முனைகளுமோ நிலத்தில் வீழ்ந்தால், இரு பிழை நிகழ்வதாகிறது. ஒன்று திறப்புச் சுற்றதர்ப்பிழை ; மற்றொன்று தறுவாய்த்தரை குறுக்குச் சுற்றதர்ப்பிழை. இத்தகைய பிழைகளை எளிதாக சமச்சீர்க் கூறுகளைக் (symmetrical components) கொண்டு பகுத்தாய்ந்து விடலாம். ஆனால், இதற்கான ஆய்வு தேவைப்படுவதில்லை. ஏனெனில், குறுக்குச் சுற்றதரே இச் சமயத்தில் முதன்மையாக நிற்பதால் தக்க காப்பமைப்பு உணர்த்தி இயக்கி, மின்னமைப்பினின்று குறுக்குச் சுற்றதரை விலக்கி விடுவதால் திறப்புச் சுற்றதர்க்கான நிலையும் விடுவிக்கப்படுகிறது.

மின்னோட்டச் சமநிலை, திறன் சமநிலை உணர்த்தியமைப்பு (Current balance and Power balance relaying)

மிகுவிரைவுத் தொலைவு உணர்த்தியமைப்பு மற்றும் தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு இவைகளை அமைப்பதற்கு முன்னம், மின்னோட்டச் சமனிலை, திறன் சமநிலை உணர்த்தியமைப்புகளே இணை மின்பாதைகளின் காப்பமைப்புக்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப் பட்டன. உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளைத் தவிர, அப்போது மின்பாதைகட்கு உடனிகழ் உணர்த்தியமைப்பாக இருந்தது இதுவே. இப்போது இவ்வமைப்புப் புதிய நிறுவனங்கட்கு அரிதாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறதெனினும், பழைய நிறுவனங் களில் இன்னும் இருந்துவருகிறது.

படம் 9·10-ல் இரு முத்தறுவாய் இணைப்பாதைகளின் ஒரு தறுவாய்க்கு மின்னோட்டச் சமனிலை உணர்த்தியமைப்பு காட்டப்

பட்டுள்ளது. அதில் இயங்கும் சுருள் இ. சு. வும், தடை செய்யும் சுருள் த. சு. வும் கொண்ட இரண்டு மிகை மின்னோட்ட வகை மின்னோட்டச் சமனிலை உணர்த்திப் பகுதிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

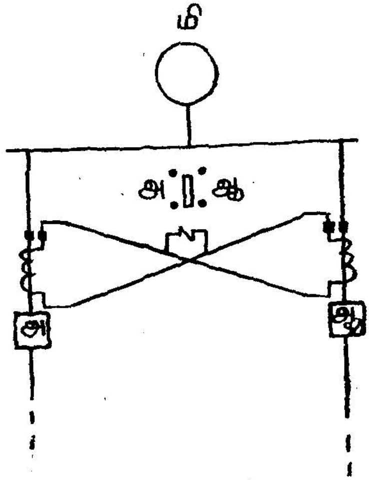


படம் 9·10

இணை மின்பாதைகளுக்கான மின்னோட்டச்
சமநிலை உணர்த்தியமைப்பு

ஓர் உணர்த்திப் பகுதி 'அ' பிரிப்பியினைத் திறக்க, 'அ' தொடு முனைகளையும், மற்றொன்று 'ஆ' பிரிப்பியினைத் திறக்க, 'ஆ' தொடு முனைகளையும் கொண்டுள்ளன. இரு பிரிப்பிகளும் இணைந்த நிலையில் இருக்கும்போதுதான் எந்தவொரு பிரிப்பியும் திறக்குமாறு பிரிப்புச் சுற்றதர் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், ஒவ்வோர் உணர்த்திப் பகுதியும் கட்டுப்படுத்துச் சுருள் வில்லினாலோ, அல்லது மின்னழுத்தத்தினாலோ தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. இதனால் தடைசெய் மின்னோட்டம் இல்லாமல், பெரும மின்சுமைக்கு ஒத்த இயக்கும் மின்னோட்டத்திற்கு இது இயங்காது (அதாவது ஒரு மின்பாதை மட்டுமே பணிபுரிந்து பெருமச் சுமைதன்னைக் கொண்டிருந்தாலும் இவ்வமைப்பு இயங்காது). ஒரு மின் பாதையினைப் பணிபுரி நிலைக்குக் கொண்டு வரும்போதும் (brought to service) ஒருபுறம் திறந்திருக்க, மறுபுறம் இணைக்கும்போதும் தேவையற்ற உடனடித் திறப்புகளைத் தவிர்க்க இத்தடை செய்வி (restraint) இவ்வுணர்த்தி வகைக்கு இன்றியமையாததாகிறது.

மின்னோட்ட மாற்றிகளின் நடுநிலையிலிருந்து மின்னோட்டத்தைப் பெறும் மின்னோட்டச் சமனிலை தரை உணர்த்திக்கு இத்தகைய தடைசெய்வி தேவையில்லை. ஏனெனில், இயல்பான நிலையில் நடுநிலை மின்னோட்டம் இருப்பதில்லை.



படம் 9·11

இணை மின்பாதைகளுக்கான திறன் சமநிலை உணர்த்தியமைப்பு

படம் 9·11-ல் திறன் சமனிலை உணர்த்தியமைப்பு காட்டப் பட்டுள்ளது. இங்கே இரு இணை மின்பாதைகளின் ஒத்த தறுவாய்களின் மின்னோட்ட மாற்றிகள் குறுக்காக இணைக்கப்படுகின்றன. மின்னோட்ட மாற்றியின் உள் இணைப்புகளின் குறுக்கே திசைப்பணிப் புணர்த்தியின் மின்னோட்டச் சுருள், வேற்றுமையுணர்த்தும் வகையில் இணைக்கப்படுகிறது. இரு பாதைகளிலும் மின்னோட்டம் நெறிய வகையால் சமமாக இருக்கும்போது திசைப்பணிப்பு உணர்த்திச் சுருளில் மின்னோட்டம் செல்வதில்லை. மின்னோட்டங்கள் மின்னோட்ட மாற்றிகட்கிடையே மட்டும் சுற்றோட்டம் கொள்கின்றன. ஒரு மின்பாதையின் மின்னோட்டம் மற்றொன்றைவிட அதிகமானால் மின்னோட்டம் உணர்த்திச் சுருள் வழியாக ஒரு திசையில் செல்லும். மற்ற பாதையின் மின்னோட்டம் இதனினும் மிகும்போது, மற்றொரு திசையில் இம்மின்னோட்டம் செல்லும். ஆகவே, இவ்வுணர்த்தி தன்னுடைய ஈரெறி (double throw) தொடுமுனைகளினால் ஒருபுறமோ அல்லது மறுபுறமோ தொட்டு, எந்த மின்பாதையில் மிகை மின்னோட்டம் உள்ளதோ, அப்பாதையின் பிரிப்பியினைத் திறக்கச் செய்கிறது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஓர் உணர்த்திக்குப் பதிலாக தொடுமுனை (அ) ஒன்றிலும், (ஆ) மற்றொன்றிலும் இருக்குமாறு ஈருணர்த்திகளையும் பயன்படுத்தலாம்.

இதிலும் பிரிப்பி திறப்பேற்படுவதற்கு முன்னால் இருபிரிப்பிகளும் இணைப்புற்ற நிலையில் இருக்கும்படி பிரிப்புச் சுற்றதர்களை

அமைக்க வேண்டும். திசைப் பணிப்பு உணர்த்தியின் மின்னோட்டச் சுருளுடன் தொடரிணைப்பாக, குறை நிரப்பு மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் இணைக்கப்படாமல் கூருணர்வு சரி செய்கைகளைப் பெறலாம்.

இருபாதைகளும் பணிபுரியும் நிலையில்தான் இவ்விரு உணர்த்தி யமைப்புக்களும் பயன்படும். ஒற்றைப் பாதை இயக்கத்திற்குக் குறை நிரப்பு உணர்த்தியமைப்புத் தேவை. இந்தக் குறை நிரப்பு உணர்த்தியமைப்பு, அடுத்துள்ள மின்பாதைக்குப் பின்னணிக் காப்பாகவுமிருக்க வேண்டியுள்ளது. ஏனெனில் மின்னோட்ட அல்லது திறன் சமனிலை உணர்த்தியமைப்பு வெளிநிகழ் பிழைகட்கு இயங்கா. ஒற்றைப்பாதை இயக்கத்திற்குத், தொலை உணர்த்திகள் போன்றதொரு அமைப்பு இருந்தாலன்றி, இரட்டைப்பாதை இயக்கத்தில் எவ்வளவு நேரத்தில் பிழையகற்றப்படுகிறதோ அவ்வளவு நேரத்திற்கு ஒற்றைப்பாதை இயக்கத்தில் பிழைகள் நீக்கப்படமாட்டா. விரைவாகப் பிழைகள் நீக்கப்படவேண்டு மென்றால், ஒற்றைப்பாதை இயக்கத்திற்கு மின்னோட்டச் சமனிலை அல்லது திறன் சமநிலை உணர்த்தியமைப்புச் சரியானதல்ல. ஒற்றைத் தறுவாய்த் தரைப்பிழைக் காப்பமைப்புக்கு மட்டும் இது விதி விலக்கு ; ஏனெனில் இதற்குத் தொலைவு உணர்த்தி சிக்கன மானதல்ல. இரு பாதைகள் மிக அருகில் இருக்கும்போது ஒற்றைத் தறுவாய் தரைப்பிழை மற்ற பாதையையும் உள்ளடக்கிய பிழையாக மாறுவதற்குரிய வாய்ப்பினை மின்னோட்டச் சமனிலை அல்லது திறன் சமனிலை உணர்த்தியமைப்பு வெகுவாகக் குறைக்கும்.

தானியங்கு மீள் இணைப்பு (Automatic Reclosing)

பிழையுள்ள சுற்றதரினை மின்னமைப்பிலிருந்து விரைந்து துண்டித்துவிட்டால் உயர் மின்னழுத்தச் செலுத்தப்பாதை (high voltage transmission line) துணைச் செலுத்துப்பாதை (sub trans mission line), மற்றும் பகிர்வுப் பாதைப் (distribution line) பிழைகள் 70% லிருந்து 95% வரை தொடர்ந்திருப்பதில்லை (non-p rsis ing); ஏனெனில், பெரும்பாலான பிழைகள் மின்னல்களினால் ஏற்படு கின்றன. அதனால் பிழையிடத்தில் ஏற்படும் மின்வில் கடத்திகள், காப்பிகள் இவைகளை மிகுந்த சேதப்படுத்துமளவிற்குத் தொடர்ந் திருக்கச் செய்யாமல் உடனடியாக மின் துண்டிப்பு ஏற்படுத்தி விட்டால் உடனே மின்பாதையினை மீண்டும் பணிபுரியுமாறு செய்துவிடலாம். முதன்முறை திறப்புச் செய்து, மீண்டும் இணைப்புச் செய்தபிறகும் கூட, பிழை தொடர்ந்திருக்குமானால், பாதையை முற்றும் பணிபடாதிருக்கச் செய்யுமுன் மேலும் இரண்டு மூன்று முறைகூட மீள் இணைப்புச் செய்யுமாறு அமைக்கலாம்.

தானியங்கு மீள் இணைப்புப் பொதுவாக எல்லாவகைச் சுற்றதர்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிகை மின்னேட்ட உணர்த்தியமைப்புள்ள துணைப் பாதைகளில் வழக்கமாகப் பன்முறை மீள் இணைப்புக் கருவி (multi-reclosure equipment) வைக்கப்படுகிறது. இதனுடன், இரு மின் நிலையங்களை இணைக்கும் ஒரே ஒரு பாதையாக (only tie) இருக்குமானல் பாதையின் ஒரு முனையில் 'ஒத்தியங்கு சோதனைக் கருவி' (synchronous check-equipment) குறை நிரப்பியாக வைக்கப்படுகிறது. ஒத்தியங்கு சோதனைக் கருவி என்பது பிரிப்பியினுல் இணைக்கப்படும் இருபகுதிகளும் ஒத்தியக்கம் கொண்டிருந்தால் மட்டுமே பிரிப்பியை இணைக்கச் செய்யும் ஓர் உணர்த்திக் கருவியாகும். ஒரு முனையூட்டுப் பாதைகளில் இது தேவைப்படுவதில்லை.

10. தொலைவு உணர்த்திகள் மூலம் மின்பாதைக் காப்பமைப்பு

(LINE PROTECTION WITH DISTANCE RELAYS)

மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியமைப்பு மிக மெதுவாகச் செயல்பட்டாலோ, அல்லது தெரிமையில்லாதிருந்தாலோ தொலைவு உணர்த்தியமைப்பினை அமைத்தல் வேண்டும். தொலைவு உணர்த்திகள் பொதுவாகத் துணைச் செலுத்தப் பாதைகளில் தறுவாய்ப் பிழைகட்கு முதன்மை அல்லது பின்னணிக் காப்பாக அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும், மின்னமைப்பு நிலையுற்றிருக்க வெகு விரைவுத் தானியங்கு மீள் இணைப்புத் தேவையற்ற இடங்களிலும் இவை பயன்படுகின்றன. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் தரைப்பிழைக்கு முதன் மற்றும் பின்னணிக் காப்பமைப்பாகப் பயன்பட்டு வந்தன. இப்போது தரைப்பிழை கட்கும்கூட, தொலைவு உணர்த்திகளே அமைக்கப்படுகின்றன.

ஒற்றைப்படி (single step) தொலைவு உணர்த்திகள் மின்னூக்கி களின் முடிவில் (terminal) பின்னணிக் காப்பாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. குறுக்குச்சுற்றதர் மின்னோட்ட அளவுகளின் மாறுபாடுகளினால் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளைப்போல் அவ்வளவாகத் தொலைவு உணர்த்திகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆதலால், மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகளைவிடத் தொலைவு உணர்த்திகளே சிறப்பாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஏனெனில், தொலைவு உணர்த்திகள் மின்னோட்டத்தால் அல்லாமல் மறிப்பின் அடிப்படையிலேயே தெரிமை பெறுகின்றன.

மறிப்பு, எதிர்வினைப்பு, மோ உணர்த்திகளுள் தேர்ந்தெடுத்தல் (Choice between Impedance, Reactance, or Mho Relays).

தரை மின் தடை (Ground resistance) மிகவும் வேறுபடும் தன்மையுள்ளதால் அமைக்கப்படும் தரைத்தொலைவுணர்த்தி பிழை

மின்தடையின் மாற்றங்கட்குத் தாக்குறுதிருக்க வேண்டும். ஆகவே, எதிர் வினைப்பு உணர்த்தியே தரை உணர்த்தியமைப்புக்கு விரும்பப்படுகிறது.

தறுவாய்ப் பிழை காப்பமைப்புக்கு மூவகை உணர்த்திகளைப் பயன்படுத்துவதிலும் சில நன்மைகளும் தீமைகளும் உள்ளன. மிகக் குறைந்த நீளமுடைய பாதைகளுக்கு (பாதையின் பெரும் பகுதி வெகு விரைவில் காக்கப்படுகின்ற காரணத்தால்) மறிப் புணர்த்தி விரும்பப்படுகிறது. ஏனெனில் மின் வில்லின் மின்தடை (arc resistance) பாதையின் மறிப்பினைவிட அதிகமாக இருந்த போதிலும் அதன் விளைவால் எதிர் வினைப்பு உணர்த்தி தாக்குறுவ தில்லை. மேலும், குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் கடுமையான ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகளால் (synchronizing power surges) இவ்வகை உணர்த்திகள்தான் பெரும்பாலும் தவறான இயக்கங்களை நிகழ்த்தக்கூடும். இதனுடன், வேறு சில உணர்த்திக் கருவிகளை அமைப்பதன் மூலம் இக்குறைகளைத் தவிர்க்கலாம்.

நீண்ட பாதைகட்கு, குறிப்பாக ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகள் தோன்றக்கூடிய பாதைகட்கு, 'மோ' உணர்த்திகள் தறுவாய்ப் பிழை காப்பமைப்புக்கு மிகவும் பொருத்தமானது. ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகளினால் ஏற்படும் பிரிப்புகளைத் தவிர்க்க இவ்வுணர்த்தி கட்கு வேறு கருவிகள் தேவைப்படுவதில்லை. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு மின்பாதைப் பிரிவைக்காப்பதற்கு 'மோ' உணர்த்திக் காப்பு சரி செய்யப்பட்டால் R — X படத்தில் மிகமிகக் குறைந்த இடத்தினையே இது சூழ்ந்திருக்கும். அதாவது, பாதைப் பிழைகள் தவிர மற்ற இயல்புப் பிறழ் நிலைகளால் இது மிகமிகக் குறைவாகத் தாக்கப்படுகிறது என்பது பொருள். மேலும் தொலைவு உணர்த்தி களுள்ளே இதுதான் மிகவும் தெரிமையுடையது என்றும் கூறலாம்.

மின்வில்லின் மின் தடையினால் மற்றெல்லா வகைகளையும்விட மிகவும் தாக்குறப்படுவதால் 'மோ' உணர்த்திகள் நீண்ட பாதை கட்கே அமைக்கப்படுகின்றன. இதில், திசைப்பணிப்பு தூரம் அளவிடுதல் ஆகிய இரு செயற் கூறுகளையும் ஒரே பகுதியில் ஒரு தொடுமுனையில் சேர்த்து வைத்திருப்பதால் மிகவும் நம்பிக்கை அளிப்பதாய் உள்ளது.

மிகக் குறைந்த அல்லது நீண்ட பாதைகளைவிட நடுத்தரப் பாதைகளில் தறுவாய்ப் பிழைகளை உணர்த்த மறிப்பு உணர்த்தி மிகவும் பொருத்தமானது. எதிர்வினைப்பு உணர்த்தியைவிடக்

கூடுதலாகவும், மோ உணர்த்தியைவிடக் குறைவாகவும் இது மின்வில்லினுல் தாக்குறுகிறது. மேலும், இது எதிர் வினைப்பு உணர்த்தியைவிடக் குறைவாகவும், மோ உணர்த்தியைவிட அதிக மாகவும் ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகளினுல் தாக்குறுகிறது.

தொலைவு உணர்த்திகள் தம் செயற்பாடுகளையொட்டி எங்கு பயன்படுத்தப்படவேண்டும் என்ற வரையறையில்லை. சில சமயங்களில் ஒரு மின்பாதையை மேலும் நீட்டித்தல் போன்ற (addition) மாற்றங்கள் மின்னமைப்பில் நிகழும்போது மிகச் சிறந்தது என்று தேர்ந்து அமைக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட உணர்த்தி மாற்றப்படவேண்டியதாக நேரலாம். நடைமுறையில் எந்த உணர்த்தி எந்தச் செயற்பாட்டிற்கு மிகவும் பொருத்தமாக உள்ளதோ, அதையே அமைப்பது நன்று.

தொலைவு உணர்த்திகளின் சரி செய்கைகள்

பிழை உள்ள இடத்திற்கும் (அதற்குமேல் கொடுக்கப்பட்ட உணர்த்தியின் இயக்கம் நின்றுவிடவேண்டும்) உணர்த்தி உள்ள இடத்திற்கும் இடையே உள்ள நேர்நிலைத் தறுவாய் வரிசை மறிப்பினுக்குத் தறுவாய்-தொலைவு உணர்த்திகள் சரி செய்யப்படுகின்றன. சில வகைகள் சுழி-தறுவாய் வரிசை மறிப்பினுக்கு மறுதலித்தபோதிலும், பொதுவாகத் தரை தொலைவு உணர்த்திகள் இம்முறையிலேயே சரிசெய்யப்படுகின்றன. இந்த மறுப்பு அல்லது ஒத்த தூரம் உணர்த்தியின் "எல்லை" என்று கூறப்படுகிறது. குத்து மதிப்புக்காக மின்தடையைப் புறக்கணித்து, சராசரி நேர்நிலைத் தறுவாய் வரிசை எதிர் வினைப்பின் மறிப்பினைத் திறந்த வெளி மின்பாதைகட்கு 0.8 ஓம்/மைல் என்று கொள்வது வழக்கம். தறுவாய் அல்லது தரைத்தொலைவு உணர்த்திகளைச் சரி செய்யப் பயன்படுமாறு முதன்மை மறிப்பினைத் துணைமை அளவாக மாற்றுவதற்குக் கீழ்க்காணும் நூற்பா பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$Z\,(\text{துணைமை}) = Z(\text{முதன்மை}) \times \frac{\text{மின்னோட்ட மாற்றியின் விகிதம்}}{\text{மின்னழுத்த மாற்றியின் விகிதம்}}$$

மின்னோட்ட மாற்றி விகிதம் என்பது உயர் மின்னழுத்தத் தறுவாய் மின்னோட்டத்திற்கும், உணர்த்தியின் தறுவாய் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம். மின்னழுத்த மாற்றி விகிதம் என்பது உயர் மின்னழுத்தத் தறுவாய்—தறுவாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் உணர்த்தியின் தறுவாய் - தறுவாய் மின்னழுத்தத்திற்கும்

உள்ள விகிதம் (எல்லாம் சமநிலை முத்தறுவாய் நிலையில்) நடைமுறையில் மின்பாதை நீளத்தில் 80% லிருந்து 90% வரை தொலைவு உணர்த்தியின் முதன் மண்டல எல்லையாய் இருக்குமாறு சரி செய்யப்படுகிறது. இப்பகுதிக்கு நேரநீட்சி சரிசெய்கை கிடையாது. தொலைவு உணர்த்தியின் இரண்டாம் மண்டலம் அமைக்கப்படுவதன் முதற்காரணம் மீதமுள்ள மின்பாதைப் பகுதிக்குக் காப்பளித்தலே. பாதையின் முடிவில் ஏற்படும் மின்வில் பிழைக்கும்கூட உணர்த்தி இயங்குமாறு இரண்டாம் மண்டலம் சரிசெய்யப்படவேண்டும்.

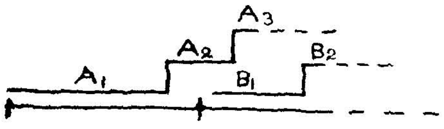
இதனைச் செய்ய, இந்த உணர்த்திப் பகுதி மின்பாதை முடிவுக்கு மேலும் எல்லை கொண்டிருக்கவேண்டும். மின்வில் பிழைகளுக்காக இல்லாவிட்டாலும்கூட இடைநிலை (intermediate மின்னோட்டத் தோற்றுவாய், மற்றும்

1. சரிசெய்கைகட்கு அடிப்படையாக உள்ள தெரிபொருள்.

2. மின்னோட்ட, மின்னழுத்த மாற்றிகள் 3. உணர்த்திகள்

ஆகிய இவைகளில் உள்ள தவறுதல்களினால் ஏற்படும் குறை எல்லைப் போக்கினை மனதில் கொண்டேனும் இதனைச் செய்ய வேண்டும்

குறைந்தது 20 விழுக்காடேனும் தனக்கு அடுத்துள்ள பாதைப் பிரிவினில் இரண்டாம் மண்டலத்தின் எல்லை இருக்குமாறு அமைப்பது வழக்கம். மேற்கொண்டு மிகுந்துள்ள பாதைப் பிரிவினை மூன்றும் மண்டல எல்லையாகக் கொள்ளலாம். இரண்டாம் மண்டலம் கொள்ளவேண்டிய பெரும அளவுக்கும் ஒரு வரம்புண்டு.



படம் 10·1

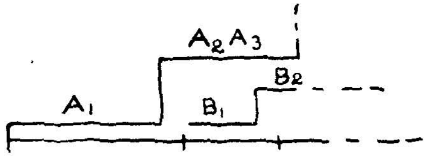
இரண்டாம் மண்டல உணர்த்தியின் தெரிமை சரிசெய்தல்

பெரும மிகை எல்லை நிலையில் (maximum over reach condition) இதன் இரண்டாம் மண்டல எல்லை அடுத்துள்ள மிகக் குறைந்த மின்பாதைப் பிரிவில் உள்ள தொலைவு உணர்த்தியின் இரண்டாம் மண்டல எல்லையினும் குறைவாக இருந்து தெரிமையுடையதாய் படம் 10·1-ல் காட்டியுள்ளபடி இருத்தல் வேண்டும்.

மீள் அமைவு, தொடு அளவு விகிதம் அதிகமாக இருக்கக் கூடிய உணர்த்திகளில் மாறு காலத்தன்மையின் மிகை எல்லையினைப் (transieut over reach) பற்றிக் கருதவேண்டியதில்லை. ஏனெனில், மிகை எல்லை உண்டாக்கக் காரணமாயிருக்கும் மாறுகால தன்மை இரண்டாம் மண்டல பிரிப்பு நேரத்திற்கு முன்பே முடிந்திருக்கும். இருந்தபோதிலும் மீள் நிலைப்புத் தொடு அளவு விகிதம் குறைவாக இருந்தால், இரண்டாம் மண்டல உணர்த்திப் பகுதியினைக் கீழ்க் காணும் ஏதேனும் ஒன்றுக்கு அமைவு செய்தல் வேண்டும்.

1. இதனுடைய மிகை எல்லை அடுத்துள்ள மின்பாதையின் முதல் மண்டல உணர்த்திப் பகுதியின் (I Zone unit) எல்லைக்குக் குறைவாக அமைத்தல் வேண்டும்.

2. அடுத்த மின்பாதைப் பிரிவின் இரண்டாம் மண்டல நேரத்தைவிட இதன் கால நீட்சி நீண்டிருத்தல் வேண்டும். படம் 10·2-ல் இதனைக் காண்க.



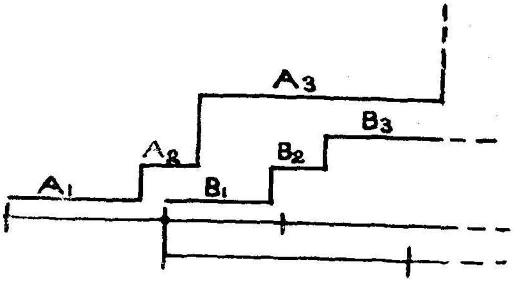
படம் 10·2

அடுத்துள்ள மின்பாதை உணர்த்தியுடன் தெரிமைகொள்ளக் கூடுதல் நேரம் கொண்டு, இரண்டாம் மண்டல உணர்த்தியைச் சரிசெய்தல்

இங்கே அடுத்துள்ள மின்பாதையில் உள்ள உணர்த்திகள் ஏதேனும் குறை எல்லை கொண்டிருக்குமானல் அதனையும் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும், எல்லை அடிப்படையில் தேவையான தெரிமை கொள்ளமுடியாத அளவுக்கு அடுத்துள்ள பாதை மிகக் குறைந்ததாக இருந்தால் படம் 10·2-ல் காட்டியுள்ளபடி கால நீட்சியை அதிகமாக்குவது இன்றியமையாததாகிறது இரண்டாம் மண்டல நேரம் வழக்கமாய் 0.2 லிருந்து 0.5 நொடியாய் இருக்கும்.

மூன்றும் மண்டல உணர்த்திப் பகுதி, அடுத்துள்ள பாதைப் பிரிவுகளில் நிகழும் பிழைகட்குப் பின்னணிக் காப்பாக அமைகிறது. கூடுமானவரை பெருமளவு குறை எல்லை உண்டாக்கக் கூடிய நிலைகளில், இதன் எல்லை அடுத்துள்ள மிக நீண்ட மின் பாதைப் பிரிவின் முடிவுக்கு மேலும் அமையவேண்டும். படம்

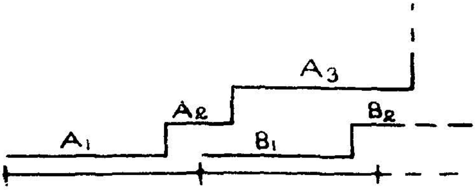
10·2, இயல்பான பின்னணிக் காப்பமைப்பின் செயற்பண்பினைக் காட்டுகிறது.



படம் 10·3

மூன்றும் மண்டல உணர்த்தியின் தெரிமை சரிசெய்தல்

மூன்றும் மண்டல நேர நீட்சி வழக்கமாக 0.4 நொடியிலிருந்து 1.0 நொடியாக இருக்கிறது. அடுத்துள்ள மிக நீளமான பாதை முடிவுக்கு மேலும் எல்லை கொண்டு, குறைந்த மின்பாதை உணர்த்தியுடன் முறையாகத் தெரிமையும் கொண்டிருப்பதற்குப் படம் 10·4-ல் உள்ளபடி கூடுதலான காலநீட்சி தேவைப் படலாம்.



படம் 10·4

அண்மையில் உள்ள குட்டையான மின்பாதையில் உள்ள உணர்த்தியுடன் தெரிமை கொள்ளவும், நீளமான ஒரு மின்பாதைக்குப் பின்னணிக் காப்புத் தரவும், மூன்றும் மண்டல உணர்த்திக்குக் கால நீட்சி அமைத்தல்

தரைத் தொலைவு உணர்த்திகளின் இணைப்புகள் (The Connections of Ground Distance Relays)

துல்லியமாக தொலைவை அளவிடுவதற்குத் தறுவாய்-நடுநிலை மின்னழுத்தம் மற்றும் இதனை ஒத்த (corresponding) தறுவாய் மின்னோட்டம், சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னோட்டத்திற்கேற் ற

வீதத்தில் (proportionate) ஒரு மின்னேட்டம் ஆகியவற்றின் கூட்டளவும் தரைத் தொலைவு உணர்த்தி பெறுமாறு செய்தல் வேண்டும். இதற்கருகில் மற்றொரு பாதையிலிருந்து எங்கேனும் தரைப்பிழை நிகழும்போது, இந்தப் பாதையில் மின்னழுத்தத்தைத் தூண்டுமானால் அந்தப் பாதையின் சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னேட்டத்திற்கு ஏற்ற வீதத்தில் ஓரளவினை இதன் தறுவாய் மின்னேட்டத்துடன் கூட்டிக்கொள்ளல்வேண்டும். இந்தச் சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னேட்ட அளவுகள் "மின்னேட்ட ஈடு" (current compensation) என்றழைக்கப்படும். மின்னேட்ட ஈட்டிற்குப் பதிலாக "மின்னழுத்த ஈடு" என்றொரு வகையுண்டு இதில் சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னழுத்த அளவுகளால் இதன் மின் அழுத்தம் ஈடு செய்யப்படுகிறது. "ஈடு செய்தல்" இல்லையெனில் துல்லியமாகத் தொலைவினை அளவிடல் என்பது இயலாத தொன்றுகும். சுழி தறுவாய் வரிசை மின்னழுத்த வீழ்ச்சி, மற்றும் சுழி-தறுவாய் வரிசை மின்னேட்டம் இவைகளினுல் தரைத் தொலைவு உணர்த்திகளை மின்னூட்டம் பெறச் செய்தும், சுழி தறுவாய் வரிசை மதிப்பினை அளவிடல் மூலம் தொலைவினை அள விடலாம்.

11. தகவல் செலுத்து உணர்த்திகள் மூலம் மின்பாதைக் காப்பமைப்பு

(LINE PRODUCTION WITH PILOT RELAYS)

மின்பாதைக் காப்பமைப்பில் மிகச் சிறந்த வகை, தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பே (pilot relaying) ஆகும். எல்லா வகையான குறுக்குச் சுற்றதர்கட்கும், எந்தவொரு பிழைஇருப்பிடத்திற்கும், வெகு-விரைவுக் காப்பமைப்புத் தேவைப்படும்போது இது மிகவும் பயன்படுகிறது. இரு முனைப்பாதைகட்கும் (two terminal lines) பலமுனை பாதைகட்கும் (multi-terminal lines) அனைத்து முனைகளிலும் உள்ள பிரிப்பிகளையும் கிட்டத்தட்ட ஒரே நேரத்தில் திறக்க வைக்கிறது ; அதனால் வெகு விரைவு தானியங்கு மீள் இணைப்பிற்கு வகை செய்கிறது. வெகு விரைவுத் திறப்பு, வெகு விரைவு இணைப்பு இவைகளினால், செலுத்த அமைப்பில் (transmission system) அதனுடைய நிலை வரம்பு வரையிலும் (stabili y limit) மின் சுமையைச் செலுத்தமுடிகிறது.

சில பலமுனைப்பாதையில், வெகு-விரைவுத் திறப்பும், இணைப்பும் வேண்டாதிருந்தாலும்கூட, தேவைப்படும் நடுத்தர விரைவினைக்கூட தொலைவுத் உணர்த்தி தரமுடியாத அளவுக்கு அதனுடைய சுற்றதர் அமைப்பிருக்குமானால், தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சில மின்பாதைகள், தொலைவு உணர்த்திகளின் யாதொரு வகையினையும் அமைக்கமுடியாதபடி மிகவும் சிறு பாதைகளாக இருக்கலாம் இத்தகைய பாதைகட்கு, குறைந்த தாழ் அளவு மின்தடை சரிசெய்கை (lower minimum ohmic adjustments) கொண்ட தொலைவு உணர்த்திகள் அமைத்து விட்டால் மட்டும் போதும் என்று கொள்ளக்கூடாது. உணர்த்தி அளவிடும் மின்தடையை ஒப்பிடும்போது இதனுடைய மின்

தடை பிழைகள் மிகமிக அதிகமாயிருக்கும், உய்ய மின் சுமைக்கு (critica l loads) தொலைவு உணர்த்திகளினால் முடியாத அளவு வெகு-விரைவுத் திறப்புகள் தேவைப்படும்.

இத்தகைய காரணங்களால், பெரும்பான்மையான உயர் மின்னழுத்தபாதைகட்கும், பல துணைப்பாதைகட்கும், பகிர்வுச் சுற்றதர் தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பே பயன்படுத்தப் படுகிறது.

நிலச் செலுத்துக் கம்பி - உணர்த்தியமைப்பு

தாழ் மின்னழுத்தச் சுற்றதர்களிலும் உயர் மின்னழுத்தச் சுற்றதர்களில் ஊர்தி-மின்னோட்டத் தகவல் செலுத்தி சிக்கன மில்லாமலிருக்கும்போதும் நிலச்செலுத்துக்கம்பி உணர்த்தி அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. குறை நீளப்பாதைகட்கு, மிகவும் சிக்கனமான வெகு-விரைவுக் காப்பமைப்பு இதுவே.

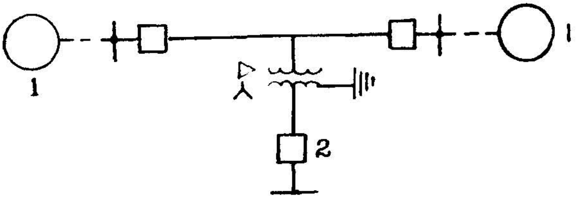
பொதுவாக 5-லிருந்து 10 கல் தொலைவுக்கு மேற்பட்ட நீளத்தில் நிலச் செலுத்துக் கம்பி உணர்த்தி முறை கையாளப் படுவதில்லை. ஏதோ சில இடங்களில் மட்டும் 27 கல் தொலைவுப் பாதைக்குக்கூட இவ்வகை உணர்த்தி கையாளப்படுகிறது. நீளத்தை வரையறைப்படுத்துவது, அதனுடைய மின்தடை, கிளைக் கொண்மம் (shunt capacitance ஆகியதுவே. கிளைக் கொண்மம் மிகவும் மிகுதியாக இருக்கும்போது "ஈடு செய் எதிர்வினைப்பிகள் " (compensating reactors) சில சமயங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

பொதுவாக, நிலச் செலுத்துக்கம்பி உணர்த்தியமைப்பு ஊர்தி-மின்னோட்ட செலுத்தி உணர்த்தியமைப்பைப் போன்று நம்பக மாகக் கொள்ளப்படுவதில்லை. ஏனெனில், நிலச் செலுத்துக்கம்பி பயன்படுத்தப்படுகின்ற சுற்றதர்களில் இது மிகவும் நம்பமாகச் செயல்படுவதில்லை. இதனைக் காப்பமைப்புக்குத் தேர்ந்தேடுக்கும் போது கவனமுடன் ஆராய்ந்து முடிவு செய்யவேண்டும்.

பன்முனை மின்பாதைக் காப்பமைப்பு

இரண்டிற்கு மேற்பட்ட முனைகட்குப் பின்னால் மின்னூக்கத் தோற்றுவாய்கள் அமைந்திருக்குமாயின் அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட முனைகளில் தரைப்படுத்தப்பட்ட நடுநிலை கொண்ட Y-∧ திறன் மின்மாற்றிகள் இருக்குமாயின், இதனுடைய செயற்பாட்டினைக் கொடுக்கப்பட்ட பல மின்னூக்க நிலைகளின்

ஏற்படும் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு, இன்றியமையாத கூருணர்வு கிடைக்கப்பெறுமா என்பதை அறுதியிட, கவனமாக ஆராய வேண்டும்.



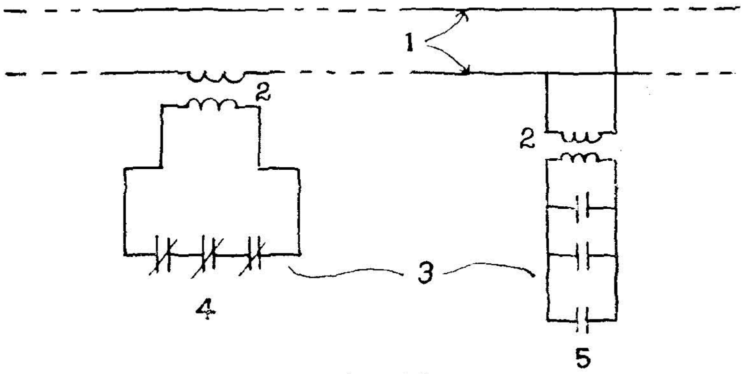
படம் 11·1

தடுப்புமுனையின் கப்பமைப்பு

1. மின்னாக்கி, 2. தடுப்புமுனை

படம் 11·1-ல் உள்ளபடி இரு முனைகளையுடைய மின்னாக்கத் தோற்றுவாய் ஒன்றினை எடுத்துக்கொள்வோமானால் அது ஆராய்வுக்கு எளிதாகும். மின்னாக்கத் தோற்றுவாய் இல்லாத முனை தடுப்பு முனை (blocking terminal) எனப்படுகிறது. தடுப்பு முனையின் உயர் மின்னழுத்தப் பக்கமுள்ள மின்னோட்டமாற்றிகளின் மூலம் மின்னூட்டம் பெறுகின்ற உடனிகழ் மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள், தடுப்பு முனையில் ஏற்படும் தாழ் மின்னழுத்தப் பிழைகட்கு, முதன்மை முனைகளில் (main terminal) திறப்பு ஏற்படாது தடுக்க, பயன்படுத்தப்படும் நிலச் செலுத்துக் கம்பியின் வகையை ஒட்டி, நிலச் செலுத்துக் கம்பியில் திறப்புச் சுற்றதரோ, குறுக்குச் சுற்றதரோ ஏற்படுமாறு இணைக்கப்படுகிறது. முதன்மை முனைகளில் உள்ள திறப்பு உணர்த்திகள் இயங்கும் நேரத்தினை, தடுப்பு முனைகளில் உள்ள உணர்த்திகளின் இயங்கும் நேரத்துடன் ஒருமுகப்படுத்தி அமைத்தல் வேண்டும். படம் 11·2-ல் உள்ளது போன்று மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தியின் தொடுமுனைகள், ஒரு மின்காப்பிட்ட மின்மாற்றியின் துணைமையில் இயங்குகிறது. உள்நோக்கிப்பாயும் காந்தப்படுத்தும் மின்னோட்டத்திற்குத் (magnetising current inrush) தோற்றுவாய் முனைகளிலும் திறப்பு தடுக்கப்பட்ட, தடுப்பு உணர்த்திகள் உயர் மின்னழுத்த மின்னோட்ட மாற்றிகள் மூலம் மின்னூட்டம் பெறுமாறு செய்ய வேண்டும். தடுப்பு முனையின் தாழ்-மின்னழுத்தப் பக்கம் உள்ள இயக்கிகளினால், உயர் மின்னழுத்தப் பிழைகட்கு பின்னூட்டம் (feed back) செய்யப்பெற்ற மின்னோட்டத்திற்கு இயங்கும் வகையில், தடுப்பு உணர்த்திகள்

கூறு உணர்வினைப் பெற்றிருத்தல் கூடாது; இல்லையேல் முதன்மை முனையில் திறப்பு நிகழ தாமதமாகும்.



படம் 11•2

தடுப்புமுனையின் காப்புமுறை

1. நிலச் செலுத்தும் கம்பிகள் 2. மின்காப்பிடு மின்மாற்றி
3. மிகை மின்னோட்ட உணர்த்திகள் 4. எதிர்ப்பு-மின்னழுத்த வகை
5. சுற்று மின்னோட்ட வகை

உயர் மின்னழுத்தப் பிழைகட்கு, தடுப்பு முனையில் உள்ள கருவிகள் அங்கிருக்கும் பிரிப்பியினைத் திறக்காது ; தானியங்கு மீள் இணைப்புத் தோற்றுவாய் முனைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டும், மீள் இணைப்பினால் தடுப்பு முனையில் உள்ள இயக்கிகள் சேதமுறுமாறும் இருக்குமானால், அத்தகைய திறப்புகள் தேவைப்படும். வெகு விரைவு மீள் இணைப்பு, தோற்றுவாய் முனைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டால், தடுப்பு முனையில் உள்ள பிரிப்பி, தேவைப்பட்டால், அவ்விரு முனைகளிலிருந்தும் தொலை திறப்பு (remote-tripping) மூலமாகத் திறக்குமாறு செய்யவேண்டும். தானியங்கு மீள் இணைப்பு மிதமாகச் செயல்பட்டால், அந்தப் பிரிப்பியை அங்குள்ள குறை மின்னழுத்த அல்லது குறை அதிர்வெண் உணர்த்திகளினால் திறக்கச் செய்யலாம்.

தடுப்பு முனையில் திறன் மின்மாற்றி, வேற்றுமையுணர்த்தி அமைக்கப்படும் அளவிற்குப் பெரிதாக இருந்து, உயர் மின்னழுத்தப் பக்கத்தில் பிரிப்பி இல்லையானால், திறன் மின்மாற்றியின் பிழைகட்குத் தோற்றுவாய் முனைகளின் தொலை திறப்புப் பயன்படுத்தப்படும். இல்லையேல், திறன் மின்மாற்றி, உயர் மின்னழுத்தப் பக்கம் உள்ள உருகிகளினால்மட்டுமே காக்கப்பெறும்.

தடுப்பு முனை நுணுக்கம் செயல்பட, அனைத்துத் தடுப்பு முனைகளின் மொத்த மின் சுமையின் பாதைப்பக்க (on line side) மின்னோட்டத்தின் அளவு, ஒரு மின் தோற்றுவாய் முனையில் பிரிப்பி திறந்து வைக்கப்பட்டிருக்க, மற்றொன்றின் நிலச்செலுத்துக் கம்பி உணர்த்திகளை இயக்குவதற்குத் தேவையான மின்னோட்டத்தைவிடக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும்.

தனக்குப் பின்னால் யாதொரு மின்னூக்கமுமின்றி ஒரு சுமை முனை (load terminal) சிறிய திறன் மின்மாற்றிகளைக் கொண்டிருக்குமானால், தோற்றுவாய் முனையில் உள்ள நிலச் செலுத்துக்கம்பி உணர்த்திகள், சுமை முனையில் ஏற்படும் தாழ் மின்னழுத்தப் பிழைகட்கு இயங்காதிருக்குமாறு சரி செய்ய வேண்டும். இது, குறிப்பாகத் தரைப்பிழை தொடு அளவினை அதிக அளவில் வைத்திருந்தால், உள் நோக்கிப்பாயும் காந்தப் படுத்து மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் இயக்கங்களைத் தவிர்க்கும். இதனால் தடுப்பு-முனைக்கருவி அமைக்கவேண்டிய இன்றியமை யாமை இராது. ஒரு பன்முனைப்பாதைக்குத் தறுவாய்ப் பிழைக் காப்பமைப்பு அமைக்கமுடியாது போனாலும்கூட தரைப்பிழை கட்கு, நிலச்செலுத்துக் கம்பி உணர்த்தியமைப்பினைக் கொண்டு சிறந்தமுறையில் காப்பமைப்பு ஏற்படுத்தலாம். ஏனெனில், பாதை மடைகள் (line taps) Δ-Y திறன் மின் மாற்றி வழியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இவைகள், உயர் மின்னழுத்தப் பக்கத்தில் சுழி - தறுவாய் வரிசை மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்த அளவில், திறப்புச் சுற்றதர் கொண்டவையே. ஆகவே, நிலச் செலுத்தக் கம்பி உணர்த்திகள், மின்னோட்ட மாற்றியில் நடுநிலை மின்னோட்டத்தை மட்டுமே பெறும்படி அமைத்தால், இத்தகைய பன்முனைப் பாதையை இரு முனைப் பாதையாகவே கொள்ளலாம். இத்தகைய பாதைகளில் தறுவாய்ப் பிழைகளைச் சிறந்த வகையில் உணர்த்தப் பெரும்பாலும் தொலைவு-உணர்த்திகள் அமைக்கப் படுகின்றன ; ஏனெனில், ஒவ்வொரு மடையிலும் மின் மாற்றியின் மறிப்பு மிகவும் அதிகம் ; அதனால் மின் பாதைப் பகுதியில் 80% முதல் 90% வரை காப்பிருக்குமாறு தொலைவு உணர்த்திகளைச் சரிசெய்யலாம்.

பின்னணிக் காப்பமைப்பு

நிலச் செலுத்துக் கம்பி உணர்த்தியமைப்பு, பின்னணிக் காப்புத் தருவதில்லை. மிகை மின்னோட்ட அல்லது தொலைவு உணர்த்திகள் இதற்காக தனியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏற்கனவே உள்ள மின்பாதைக்கு, நிலச் செலுத்து உணர்த்தி

யமைப்பு அமைக்கப்பட்டால், அப்போது இருக்கின்ற காப்பமைப்பே பெரும்பாலும் பின்னணிக் காப்பமைப்பாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

தொலைவு உணர்த்திகள் முதன்மைக் காப்பாக அமைக்கப்படும் அளவிற்கு அப்பாதை நீளமில்லாது, குறைநீளப் பாதையாக இருந்தால், தொலைவுஉணர்த்திகளைப் பின்னணிக் காப்பாக அமைக்கலாம். இங்கே, வெகு விரைவு மண்டலம் (high spe d-zone) செயலற்றிருக்கச் செய்யப்படுகிறது.

ஊர்தி மின்னோட்டத் தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பு

உயர் மின்னழுத்த மின்பாதைகட்கு மிகச் சிறந்ததும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுவதும் ' ஊர்தி மின்னோட்டத் தகவல் செலுத்து உணர்த்தியமைப்பே, ஆகும். சில இடங்களில் 33 கி. வோ. மின்னழுத்தமுள்ள பாதைகட்குக்கூட இது பயன் படுத்தப்படுகிறது; நம் நாட்டில் தற்போது 230 கி. வோ மின்னழுத்துப் பாதைகட்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. எந்தவொரு வான்பாதைக்கும் (aerial line), ஏதேனும் ஒரு வகையில் இவ்வுணர்த்தியமைப்பினைப் பயன்படுத்தலாம். நிலச் செலுத்தக் கம்பி உணர்த்தியமைப்பினைவிட, ஊர்தி மின்னோட்டச் செலுத்தி உணர்த்தியமைப்பு நம்பத்தக்கதாயும் பெரிதும் பயன் படுவதாயும் உள்ளது. தொலைதிறப்புக்கும் இது பயன்படுகிறது. 4-ம் அதிகாரத்தில் இவ்வமைப்பின் அடிப்படை வகைகளை விளக்கமாகக் கண்டோம். நடைமுறையில் வெவ்வேறு வகை முறைகளிருப்பினும் மிக எளியவகை, தறுவாய் ஒப்புமை வகையே.

தறுவாய் ஒப்புமை

இது இரு முனைப் பாதைகளுக்கே மிகவும் பயன்படும். பல முனை மின்பாதைகட்கு இதனை அமைக்கும்போது இதன் கூருணர்வு மிகவும் குறைகிறது. ஆகவே, நன்ருக ஆய்ந்தபிறகே அமைக்கவேண்டும்.

தறுவாய்-ஒப்புமை உணர்த்தியமைப்பு, அண்மையிலுள்ள திறன் சுற்றதர்களின் பிறிதின் தூண்டலினுல் தாக்குவதில்லை. திசைப்பணிப்பு ஒப்புமையைவிட இவ்வகையில் இது நன்மை யுடையது. எந்தவொரு பின்னணிக் காப்பமைப்புக் கருவியும் தறுவாய் ஒப்புமைக் கருவியில் இருந்து தனித்து நின்று இயங்குவது இவ்வகைக்கு ஒரு நன்மையே. பேணுதற் பணிக்கு, மற்றென்றினைக் கலைக்காமல், ஒரு கருவியை இயக்கத்தினின்று நீக்கிவிடலாம்.

போதுமான கூருணர்வு பெறல்

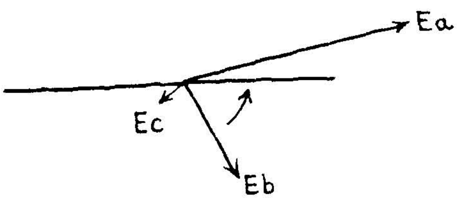
தேவையான அளவுக்கு மேல் கூருஉணர்வு பெற இக்கருவியைச் சரிசெய்தல் கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் மிகை மின்னேட்ட மாற்றிக்கு மிகுந்த சுமை ஏற்படும். சுமை மிகுந்தால், எல்லாவற்றிக்கும் மொத்தமான (over all) கூருணர்வு மிகவும் குறைந்துவிடக் கூடும். தரைப்பிழைக் கூருணர்வு மிகவும் மிகுந்திருந்தால் மின்னேட்ட மாற்றியின் பிழைகளினுல் ஏற்படும் பொய்யான எஞ்சு மின்னேட்டங்கட்கு (false residual currents) இக்கருவி தவறுதலாக இணங்கக் கூடும்.

நடைமுறையில், தறுவாய்ப்பிழை மின்னேட்டம், பெருமச் சுமை மின்னேட்டதிசை மிஞ்சினுல் ஒழிய, ஊர்தி மின்னேட்டம் உண்டாகாதவாறு இக்கருவி சரி செய்யப்படுகிறது. ஏனெனில், வெற்றிடக் குழல்களில் உழைப்பினை நீடிக்கச் செய்வதற்கும், ஊர்தி மின்னேட்ட வழி உணர்த்தியமைப்பிற்குப் பயன்படாத போது, மற்ற செயல்களுக்குப் பயன்படுவதற்கும் ஆகும், தடுப்புப் பிழை-ஒற்றியின் தொடு அளவைவிடத் திறப்புப் பிழை-ஒற்றியின் தொடு அளவு அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். ஆதலால் திறப்புத் தொடு அளவு, பெருமச் சுமையைவிட இன்னும் சற்று அதிகமாக இருக்கவேண்டும். உண்மையில், திறப்புப் பிழை ஒற்றியின் மின் அமைவு அளவு, தடுப்புப் பிழை ஒற்றியின் தொடு அளவுக்குமேல் ஒரு நம்பகமான ஓர வரம்பில் (safe margin) இருக்கவேண்டும். இத்தகைய சரி செய்கைகளினுல் ஊர்தி மின்னேட்ட வழி செயல்படத் தவறினுலும் மின் சுமையோடிருக்கும்போது தேவையற்ற திறப்புகள் உண்டாகா.

12, சமச்சீர்க் கூறுகள்

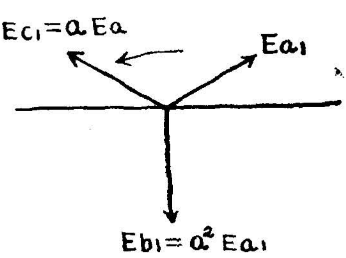
தறுவாய் மின்னழுத்தங்கள், மின்னோட்டங்கள் ஆகியன (மூன்று தருவாயிலும் அளவில் சமமாய், ஒவ்வொன்றும் 120' இடப்பெயர்ச்சி கொண்டு) சமநிலையிலும் ஒவ்வொரு தறுவாயில் உள்ள அனைத்துச் சுற்றதர் உறுப்புக்களும் சம நிலையிலும், சமச்சீரிலும் இருந்தால், ஒரு முத்தறுவாய்ச் சுற்றதரின் பகுப்பாய்வு எளிதாக அமைகிறது. ஏனெனில் ஒரு தறுவாய்க்குத் தீர்வு கண்டு விட்டால், முத்தறுவாய்க்கு நேரடியாகத் தீர்வு கண்டு விடலாம். சம நிலையிலாச் சுமைகள், சம நிலையிலாப் பிழைகள் அல்லது குறுக்குச் சுற்றதர்கள் இவைகள் முத்தறுவாயில் சமச் சீர் இல்லாதிருப்பதால் 'கிர்ச்சாஃப் விதி' யினைக் (Kirchhoff's law) கொண்டு இச்சமச் சீரிலாச் சுற்றதர்க்குத் தீர்வு காண்பது மிகவும் கடினமாகிறது. இத்தகைய சுற்றதர்களை சமச் சீர்க் கூறுகளைக் கொண்டு பகுப்பாய்வு செய்யும் விதத்தைக் காண்போம்.

சமச் சீர்க் கூறுகளின் அடிப்படைக் கோட்பாடு :



படம் 12·1

சமநிலை யிலா முத்தறுவாய் அமைப்பு



படம் 12·2

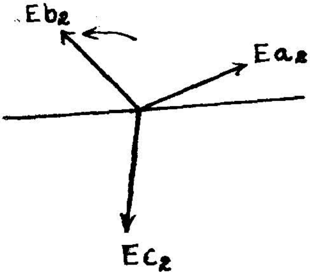
நேர்நிலை வரிசைக்கூறு

படம் 12·1-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ள ஒரு முத்தறுவாய்ச் சமநிலையிலா அமைப்பை ஆக்கும் மூன்று நெறியங்களைக் கொண்ட ஒரு தொகுதியைக் கீழ்க்காணுமாறு பிரிக்கலாம்.

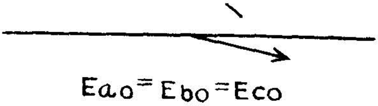
(அ) அளவில் சமமாயும், ஒன்றுக்கொண்டு 120° இடப் பெயர்ச்சி (displaced) கொண்டதாயும், முதற்படத்தில் உள்ள நெறியம் போன்று தறுவாய் வரிசை உள்ளதாயும், நேர் நிலைத் தறு வாய் வரிசையின் முத்தறுவாய்ச் சமநிலை அமைப்பு அமைப்பது மான மூன்று நெறியங்களின் தொகுதி ஒன்று (படம் 12·2)

(ஆ) அளவிற் சமமாயும், ஒன்றுக்கொண்டு 120° இடப் பெயர்ச்சி கொண்டதாயும் படம் 12·1-ல் உள்ளதற்கு எதிர்மாறான தறுவாய் வரிசை உள்ளதாயும் எதிர் நிலை வரிசையின் முத்தறு வாய்ச் சமநிலை அமைப்பதுமான மூன்று நெறியங்களின் தொகுதி ஒன்று (படம் 12·3)

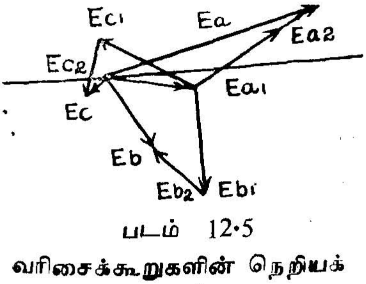
(இ) அளவில் சமமாயும், ஒன்றுக்கொன்று சுழி தறுவாய் இடப்பெயர்ச்சி கொண்டதாயும் உள்ள மூன்று நெறியங்களின் தொகுதி ஒன்று (படம் 12·4)



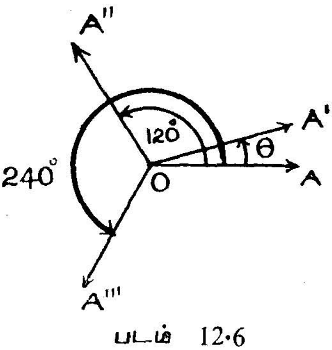
படம் 12·3
எதிர் நிலை வரிசைக்கூறு



படம் 12·4
சுழி வரிசைக்கூறு



படம் 12·5
வரிசைக்கூறுகளின் நெறியக் கட்டல்



படம் 12·6
இயக்கியின் விளக்கம்

படம் 12·5-லிருந்து

$$E_1 = E_{a_1} + E_{a_2} + E_{a_0} \qquad \text{(நெறியக் கூட்டல்)}$$

$$E_2 = E_{b_1} + E_{b_2} + E_{b_0} \qquad (\quad ,, \quad)$$

$$E_c = E_{c_1} + E_{c_2} + E_{c_0} \qquad (\quad ,, \quad) \quad \ldots\ldots (1)$$

$E_{a_1}, E_{a_2}, E_{a_0}$...ஆகியன, சமச் சீர்க் கூறுகள் எனப்படும். அல்லது சுருக்கமாக E_a வின் நேர்நிலை வரிசைக்கூறு, எதிர்நிலை வரிசைக் கூறு, சுழி வரிசைக் கூறு எனப்படும்.

இயக்கி (Opetator) 'a'

OA போன்ற எந்தவொரு நெறியமும் மணிப்பொறி திசைக்கு எதிர்த்திசையில் θ கோண அளவுக்கு இடப்பெயர்ச்சி செய்யப் பட்டால், அதனை

$$OA' = OA (\cos \theta + j \sin \theta)$$

$$= OA\ \epsilon^{j\theta} \qquad \text{என்றவாறெழுதலாம்.}$$

நெறியம் OA, OA″ என்ற நிலையில் அமருமாறு, கோணப் பெயர்ச்சி 120° ஆனால், $OA'' = AO \cdot \epsilon^{j120^\circ}$

ϵ^{j120° ஐ 'a' என்றவொரு எழுத்தால் குறிப்பிட,

$OA'' = OA \times a$ என்றாகும்.

ஆகவே a என்பது நெறியத்தை, மணிப்பொறித் திசைக்கு எதிர்த்திசையில், 120° சுற்றவைக்கும் ஓர் இயக்கி என்று கூறலாம்.

இதன்படி, $OA''' = OA'' \times a$

$$= OA \times a \times a^2$$

இயக்கி a-ன் தன்மைகள் (Properties)

$$a = \epsilon^{j120^\circ} = (\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ)$$

$$= -0{\cdot}5 + j\,0{\cdot}866$$

$$a^2 = \epsilon^{j240^\circ} = \cos 240^\circ + j \sin 240^\circ$$

$$= -0{\cdot}5 - j\,0{\cdot}866$$

$$a^3 = \epsilon^{j360^\circ} = \cos 360^\circ + j \sin 360^\circ = 1$$

$$a^4 = a^3 \times a = a = -0{\cdot}5 + j\,0{\cdot}866$$

$$a^5 = a^3 \times a^2 = a^2 = -0{\cdot}5 - j\,0{\cdot}866$$

ஆக, $1 + a + a^2 = 0$; $a - a^2 = j\sqrt{3}$

சமச்சீர்க் கூறுகள்

நேர்நிலைத் தறுவாய் வரிசையின் சமச்சீர்க் கூறுகளை முதலில் எடுத்துக்கொள்வோம். இவைகளைப் பின்வருமாறு உரைக்கலாம் :

$$E_{a1} = E_{a1}$$
$$E_{b1} = a^2 E_{a1}$$
$$E_{c1} = a E_{a1}$$

இதுபோலவே எதிர் நிலைத்தறுவாய் வரிசையின் சமச்சீர்க் கூறுகளையும் உரைக்கலாம். அவை வருமாறு :

$$E_{a2} = E_{a2}$$
$$E_{b2} = a E_{a2}$$
$$E_{c2} = a^2 E_{a2}$$

சுழி தறுவாய்க் கூறுகளைப் பின்வருமாறு உரைக்கலாம்:

$$E_{a0} = E_{a0}$$
$$E_{b0} = E_{a0}$$
$$E_{c0} = E_{a0}$$

ஆகவே, 1ஆம் சமன்பாட்டினைப் பின்வருமாறு எழுதலாம் :

$$\left.\begin{aligned} E_a &= E_{a1} + E_{a2} + E_{a0} \quad \cdots (அ) \\ E_b &= a^2 E_{a1} + a\ E_{a2} + E_{a0} \quad \cdots (ஆ) \\ E_c &= a\ E_{a1} + a^2 E_{a2} + E_{a0} \quad \cdots (இ) \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots \quad (2)$$

இச் சமன்பாடுகளின் வலப்புறத்தில் முதலில் உள்ளவை நேர்நிலை வரிசை அமைப்பும், இரண்டாவதாகவுள்ளவை எதிர் நிலை வரிசை அமைப்பும், மூன்றாவதாக உள்ளவை சுழி வரிசை அமைப்பும் ஆகும்.

இனி வரிசைக் கூறுகளைப் பெற 2ஆம் சமன்பாட்டினை எடுத்துக் கொள்வோம்.

(அ), (ஆ), (இ) இவைகளைக் கூட்ட,

$$E_a + E_b + E_c = (1+a^2+a)\ E_{a1} + (1+a+a^2)\ E_{a2} + 3E_{a0}$$
$$= 3\ E_{a0}$$

$$\therefore \quad E_{a0} = \tfrac{1}{3}\,(E_a + E_b + E_c) \quad \cdots\cdots \quad (3)$$

'ஆ' வை 'a' வாலும், (இ) ஐ a^2 யினாலும் பெருக்கி, (அ) உடன் கூட்ட,

$$E_a + a E_b + a^2 E_c = E_{a1} (1 + a^3 + a^3) + E_{a2} (1 + a^2 + a^4) + E_{a0} (1 + a + a^2)$$

$$= 3E_{a1};\ E_{a1} = \tfrac{1}{3} (E_a + aE_b + a^2E_c) \ \ldots\ldots \quad (4)$$

இதேபோன்று,

$$E_{a2} = \tfrac{1}{3} (E_a + a^2 E_b + aE_c) \qquad \ldots\ldots \quad (5)$$

என்றும் பெறலாம்.

இதுபோன்றே எல்லா சமநிலையிலா அமைப்பின் மின்னோட்டங்களும்,

$$I_{a1} = \tfrac{1}{3} (I_a + a\ I_b + a^2\ I_c) \qquad \ldots\ldots \quad (6)$$

$$I_{a2} = \tfrac{1}{3} (I_a + a^2\ I_b + a\ I_c) \qquad \ldots\ldots \quad (7)$$

$$I_{a0} = \tfrac{1}{3} (I_a + \ \ I_b + \ \ I_c) \qquad \ldots\ldots \quad (8)$$

என்று அமைகின்றன.

மூன்றும் சமன்பாட்டிலிருந்து நெறியக் கூட்டுத் தொகை $E_a + E_b + E_c = 0$ ஆக இருக்கும்போது அங்கு மின்னழுத்தத்தின் சுழி வரிசைக்கூறு சிறிதும் இராது என்பதனையும், ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து நெறியக் கூட்டுத் தொகை $I_a + I_b + I_c = 0$ ஆக இருக்கும்போது மின்னோட்டத்தின் சுழி வரிசைக்கூறு சிறிதும் இராது என்பதையும் அறிகிறோம்.

ஒரு முத்தறுவாய் அமைப்பில், இரு கம்பிகளுக்கிடையில் (line to line) உள்ள மூன்று மின்னழுத்தங்களின் நெறியக்கூட்டல் சுழி; ஆதலின், முத்தறுவாய் அமைப்பில் கம்பி மின்னழுத்தத்தில் (line-voltage) சுழி-வரிசைக் கூறு இராது. இதேபோன்று ஒரு முத்தறுவாய் முக்கம்பியமைப்பில் கம்பி மின்னோட்டங்களின் நெறியக் கூட்டல் சுழியாகையால் முத்தறுவாய் முக்கம்பி அமைப்பில் கம்பி மின்னோட்டங்களில் (line currents) சுழிவரிசைக் கூறு இராது.

இருந்தபோதிலும் இவை (Y) சுற்றதரின் தறுவாய் மின்னழுத்தத்திலோ, முக்கோண (△) சுற்றதரின் தறுவாய் மின்னோட்டத்திலோ, சுழி வரிசைக் கூறுகள் இருக்கலாம். இவை சுற்றதரில் தறுவாய் மின்னழுத்தங்களின் சுழி-வரிசைத் தறுவாயொற்றி உள்ளன. இரு தறுவாய் மின்னழுத்தங்களின் நெறிய வேறுபாடே கம்பி மின்னழுத்தமாகையால், கம்பி மின்னழுத்தம் அளவிடும்

போது சுழி வரிசைக் கூறுகள், ஒன்றுக்கொன்று நேர் செய்து (cancel) கொள்கின்றன. மேலும், முக்கோணச் சுற்றதரில் தறுவாய் மின்னோட்டங்களின் சுழி-வரிசைக் கூறுகள் தறுவாயொன்றியுள்ளன. அதனால், அவ்வலைக்குள்ளேயே உள் சுற்று மின்னோட்டம் (local circulating current) ஒன்றினை உண்டாக்குகிறது. ஆகவே, கம்பி-மின்னோட்டங்களில் (line current) சுழி வரிசைக் கூறுகள் இரா.

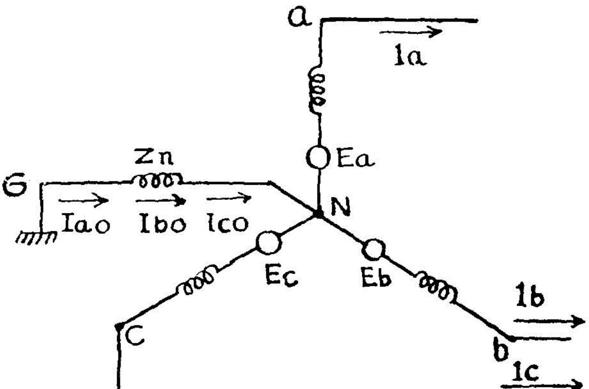
வரிசை மறிப்புக்கள் (sequence impedances)

சமச்சீர் அமைப்பில், நேர்நிலை-வரிசை மின்னழுத்தங்கள். நேர்நிலை வரிசை மின்னோட்டங்கள் மட்டுமே பாயச்செய்யும், நேர்நிலை வரிசை மின்னோட்டத்திற்கான மறிப்பு; நேர்நிலை மறிப்பு என்றழைக்கப்படும் எதிர் நிலை வரிசை மின்னழுத்தங்கள்-எதிர் நிலை-வரிசை மின்னோட்டங்களையே பாயச்செய்யும். எதிர்நிலை வரிசை மின்னோட்டங்கட்கான மறிப்பு 'எதிர்நிலை வரிசை மறிப்பு' என்றழைக்கப்படும். இதேபோன்று சுழி-வரிசை மின்னழுத்தங்கள், சுழி வரிசை மின்னோட்டங்களையே பாயச்செய்யும்; சுழி-வரிசை மின்னோட்டத்திற்கான மறிப்பு, 'சுழி-வரிசை மறிப்பு' என்று வழங்கப்பெறும்.

13. சமச் சீரிலாப் பிழைகள்

(UNSYMMETRICAL FAULT)

ஒற்றைக் கடத்திக்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் பிழை, ஒரு கடத்திக்கும் மற்றொன்றிற்கும் ஏற்படும் பிழை, இரு கடத்திகட்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் பிழை ஆகிய சமச்சீரிலாப் பிழைகள், மின்னமைப்பில் சமநிலையிலா மின்னோட்டங்களை உண்டாக்கும். சமச்சீர்க்கூறுமுறைகள், இத்தகைய மின்னோட்டங்களையும் மின்னமைப்பின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் உள்ள மின்னழுத்தங்களையும் கணக்



படம் 13·1

சமநிலையிலா மின்னோட்டமுள்ள மின்னாக்கி

கிடப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இம்முறையின் அடிப்படை என்னவென்றால், எந்தவொரு தறுவாய் வரிசையின் மின்னோட்டப் பகுதியும் அந்த வரிசையின் (of that sequence) மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினையே உண்டாக்கும் என்பதே.

வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர் (Sequence Network)

படம் 13·1-ல் காட்டியுள்ளவாறு, தறுவாய்களில் சமநிலையிலா I_a, I_b, I_c ஆகிய மின்னோட்டங்களைக் கொண்டிருக்கும் ஒரு மின்னாக்கியை எடுத்துக்கொள்வோம். இம் மின்னோட்டங்களின் நேர்நிலை வரிசைக் கூறுகள் I_{a1}, I_b, I_{c1}, எதிர் நிலை,

வரிசைக் கூறுகள் : I_{a2}, I_{b2}, I_{c2} ;

சுழி வரிசைக் கூறுகள் : I_{a0}, I_{b0}, I_{c0}.

மின்னாக்கியின் நேர் நிலை, எதிர்நிலை, சுழி, மறிப்புகள் முறையே Z , Z_2, Z ஆகவும், நடுநிலைக்கும் தரைக்கும் இடையுள்ள மறிப்பு Z ஆகவும் கொள்வோம். மின்னாக்கி, சமநிலையுள்ள முத்தறுவாய் மின்னழுத்தங்களைத் தரவே அமைக்கப் பட்டிருப்பதால் எப்போதும் நேர்நிலை வரிசை மின்னழுத்தங் களையே தோற்றுவிக்கும். மின்னாக்கியின் தறுவாய் மின்னழுத்தங் களை முறையே E , E , E என்று கொள்வோம்.

முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னிலை வேறுபாடுகளை (potential difference) V , V_b, V_c என்று கொள்வோம்.

$$V_a = V_{a1} + V \quad + V_{a0} \;\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(i)}$$

ஆனால், $V_{a1} = E_a - I_{a1} Z_1 \;\ldots\ldots\ldots$ (ii) ஏனெனில், a, N இவைகட்கிடையே உள்ள மின்னிலை வேறுபாட்டின் நேர் நிலை வரிசைக் கூறு தோற்றுவிக்கப்பட்ட (generated) மின்னழுத்தத் தின் நேர்நிலை வரிசைக் கூறிலிருந்து நேர்நிலை வரிசை வீழ்ச்சி (positive sequence drop) அ-து I_{a1} Z_1-ஐக் கழிக்கப்பட்டு வந்த வொன்ருகும். அதேபோன்று,

$$V_{a2} = 0 - I_{a2} Z_2 \;\ldots\ldots \qquad \ldots \quad \text{(iii)}$$

& $V_{a0} = 0 I_{a0} - {}_0 . Z_{g0} - I_{a0} Z_n - I_{b0} Z_n - I_{c0} Z_n$

ஆனால், $I_{a0} = I_{b0} = I_{c0}$,

ஆகவே, $V_{a0} = 0 - I_{a0} Z_{g0} - 3 I_{a0} Z_n$

$$= 0 - I_{a0} (Z_{g0} + 3 Z_n)$$

$Z_{g0} + 3 Z_n = Z_0$ என்று கொண்டால்,

$$V_{a0} = 0 - I_{a0} Z_0 \;\ldots\ldots\ldots \qquad \text{(iv)}$$

மின்னாக்கியின் நடு நிலைக்கும், தரைக்குமிடையில் ஒரு மறிப்பினை நுழைத்தால் மொத்த சுழி வரிசை மதிப்பினைப் பெற

அதனை மூன்றால் பெருக்கி, மின்னாக்கியின் சுழி வரிசை மதிப்பினுடன் கூட்டவேண்டும் என்பதை நினைவிற்கொள்ளல் நன்று.

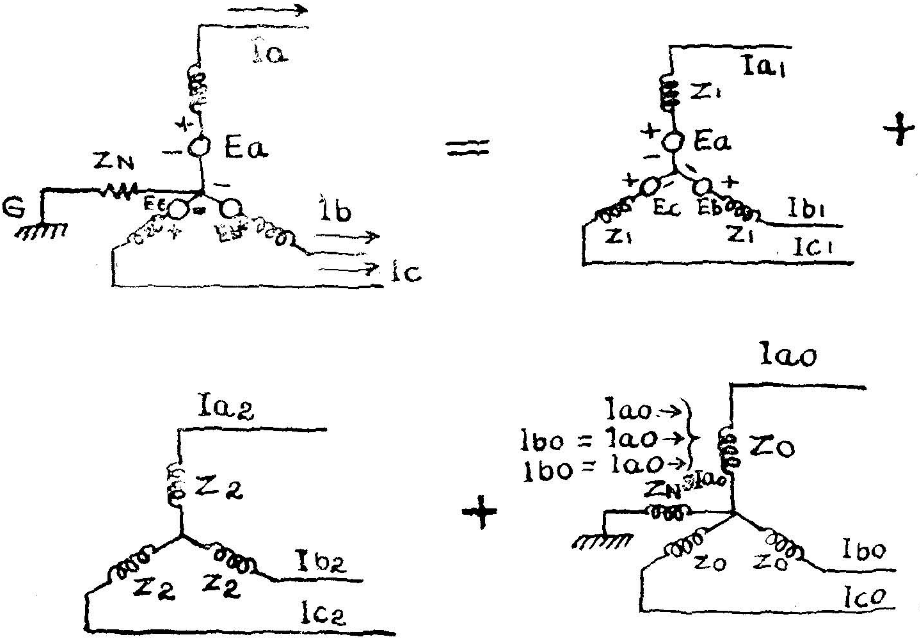
(i), (ii), (iii), (iv), சமன்பாடுகளிலிருந்து,

$$V_a = (E_a - I_{a1} Z_1) + (- I_{a2} Z_2) + (-I_{a0} Z_0)$$
$$= E_a - I_{a1} Z_1 - I_{a2} Z_2 - I_{a0} Z_0 \;\ldots\ldots \quad (\text{அ})$$

அதே போன்று,

$$V_b = E_b - I_{b1} Z_1 - I_{b2} Z_2 - I_{b0} Z_0$$
$$= a^2 E_a - a^2 I_{a1} Z_1 - a I_{a2} Z_2 - I_{a0} Z_0 \;\ldots (\text{ஆ})$$
$$\& \; V_c = E_c - I_{c1} Z_1 - I_{c2} Z_2 - I_{c0} Z_0$$
$$= a E_a - a I_{a1} Z_1 - a^2 I_{a2} Z_2 - I_{a0} Z_0 \;\ldots\ldots (\text{இ})$$

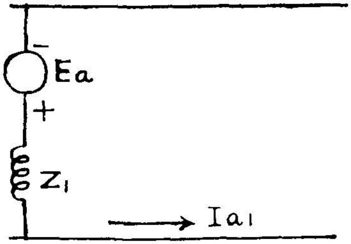
அ, ஆ, இ சமன்பாடுகளினால், 13.1-ஆம் படத்தை மூன்று கூறுகளாக்கிப் படம் 13.2, 13.3, 13.4, 13.5-ல் உள்ளவாறு அமைக்கலாம்.



படம் 13·2

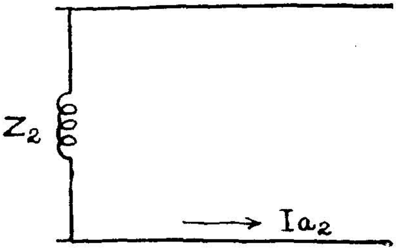
சமச்சீர்க் கூறுகளாய்ப் பிரித்தல்

படம் 13.2, ஒரு சமநிலை முத்தறுவாய் அமைப்பாக உள்ளதால், அதனை ஒற்றைத் தறுவாய் அடிப்படையில் தீர்வு காணலாம். ஒற்றைத் தறுவாய்ப் படங்கள் கீழே வரையப்பட்டுள்ளன.



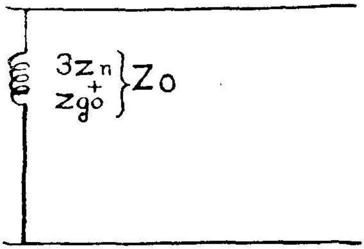
படம் 13·3

நேர்நிலை வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்



படம் 13·4

எதிர்நிலை வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்



படம் 13·5

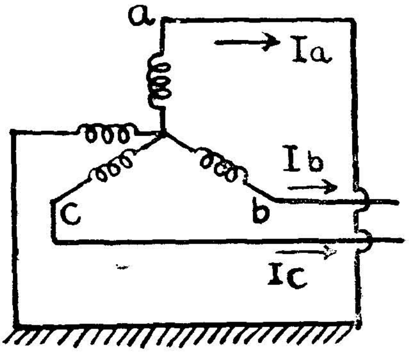
சுழி வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்

13.3, 13·4, 13·5 படங்கள் முறையே நேர்நிலை வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர், எதிர்நிலை வரிசைப்பின்னல் சுற்றதர், சுழி வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர் என அழைக்கப்பெறும். நேர்நிலை வரிசை பின்னல் சுற்றதர்க்கு அடிப்படைக் குறிப்பு மின்வாய் (reference bus) மின்னாக்கியின் நடுநிலையே. எதிர் நிலை-வரிசை, சுழிவரிசை பின்னல் சுற்றதர்கட்கு அடிப்படைக் குறிப்பு மின் வாய், மின்னாக்கியில் உள்ள தரையே. அடிப்படைக் குறிப்பு மின்வாய் இவ்வொவ்வொன்றுக்கும் தரை மின்னிலையிலேயே உள்ளது என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும். வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்கள், திறன் அமைப்பினில் உள்ள பிழைகளைக் கணக்கிடுவதற்கு எளிதாக அமைகின்றன.

சுமையிலா மின்னாக்கியின் முனைகளில் (at the terminals) **ஏற்படும் பல்வேறு பிழைகள்.**

நடுநிலை, Z_n மறிப்பின்மூலம் தரையிடப்பட்ட ஒரு சுமையிலா மின்னாக்கியை எடுத்துக்கொள்வோம். மின்னாக்கியின் முனைகளில் ஏற்படும் பல்வேறு வகைப் பிழைகளைக் காண்போம்.

(அ) ஒற்றைக் கம்பிக்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் பிழை (single line to ground fault) படம் 13.6-ல் உள்ளவாறு 'a' தறுவாயினைத் தரையிடப்பட்டுள்ளது.



படம் 13·6

ஒற்றைக் கம்பி—தரைப்பிழை

இதில் தெரிவன : $V_a = 0$

$$I_b = 0$$

$$I_c = 0$$

மேலும், $I_{a0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$

$$I_{a1} = \frac{1}{3}(I_a + a\,I_b + a^2\,I_c)$$

$$I_{a2} + \frac{1}{3}(I_a + a^2\,I_b + a\,I_c)$$

என்ற சமன்பாடுகளையும் அறிவோம்.

$I_b = I_c = 0$ என்பதனைச் சமன்பாடுகளில் பகரமாய் வைக்க,

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{I_a}{3} \quad \text{.........} \quad (\text{க})$$

என்றமைகிறது.

மேலும், $V_a = E_a - I_{a1}\,Z_1 - I_{a2}\,Z_2 - {}_0I_a\,Z_0$

ஆகவே, $E_a - I_{a1}\,Z_1 - I_{a2}\,Z_2 - I_{a0}\,Z_0 = 0.$

அல்லது, $E = I_{a1} Z_1 + I_{a2} Z_2 + I_{a0} Z_0$

$$= I_{a1} Z_1 + I_{a1} Z_2 + I_{a1} Z_0$$

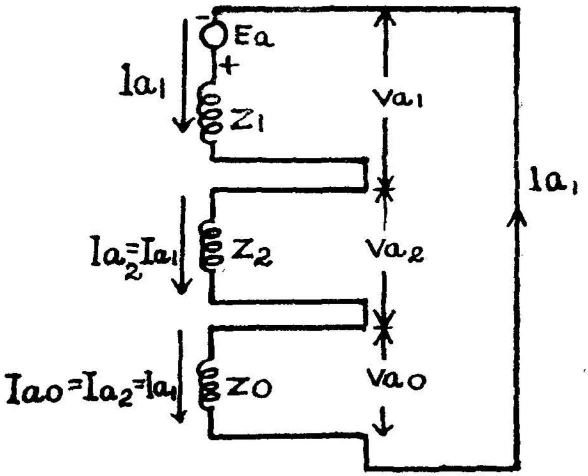
$$= I_{a1} (Z_1 + Z_2 + Z_0)$$

ஆகவே, $I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$

& $I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0} = 3 I_{a1}$

$$= \frac{3 E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad \text{......} \quad (உ)$$

(ஈ) (உ) சமன்பாடுகளை எளிதாக நினைவிற்கொள்ள படம் 13.7 காட்டியுள்ளபடி வரைந்துகொள்ளலாம்.

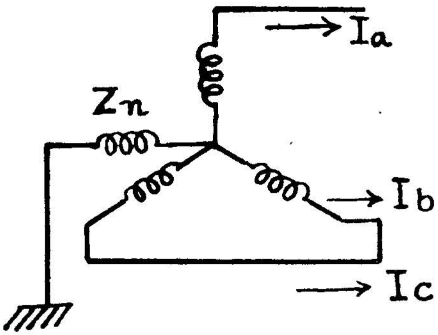


படம் 13·7

ஒற்றைக் கம்பி—தரைப்பிழைக்கான வரிசைச் சுற்றதர்

பின்னுக்கியின் நடுநிலை தரையிடப்படவில்லையென்றால், சுழி வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர் திறப்புச் சுற்றதராகிறது ; அதனால் Z_0 எல்லையற்ற எண்ணாகிறது (infinite); ஆகவே $I_a = 0$.

கம்பியிடைப் பிழை (Line-to line Fault)



படம் 13·8
கம்பியிடைப் பிழை

8ஆம் படம் காண்க : இதில் தெரிந்துள்ளவை.

$I_b = -I_c$

$I_a = 0$

$V_b = V_c$

$\therefore I_{a1} = \frac{1}{3}(I_a + a\,I_b + a^2\,I_c)$

$= \frac{1}{3}(I_a + aI_b - a^2\,I_b)$

$= \frac{(a - a^2)\,I_b}{3}$

$= \frac{j\,I_b}{\sqrt{3}}$

$I_{a2} = \frac{1}{3}(I_a + a^2\,I_b + a\,I_c)$

$= \frac{1}{3}(I_a + a^2\,I_b - a\,I_b)$

$= \frac{(a^2 - a)}{3}\,I_b$

$$= -j\,\frac{I_b}{\sqrt{3}}.$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$$

$$= 0$$

$$\therefore\ I_{a1} = -I_{a2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{(சமன்பாடு ஊ)}$$

$$V_b = a^2 E_a - a^2 I_{a1} Z_1 - a I_{a2} Z_2 - I_{a0} Z_0$$

$$\&\ \ V_c = a E_a - a I_{a1} Z_1 - a^2 I_{a2} Z_2 - I_{a0} Z_0$$

ஆனால் V_b V_c

ஆகவே,

$$a^2 E_a - a^2 I_{a1} Z_1 - a I_{a2} Z_2 = a E_a - Ia_1 Z_1 - a^2 Ia_2 Z_2$$

$$E_a (a^2 - a) = (a^2 - a) I_{a1} Z_1 - (a^2 - a) I_{a2} Z_2$$

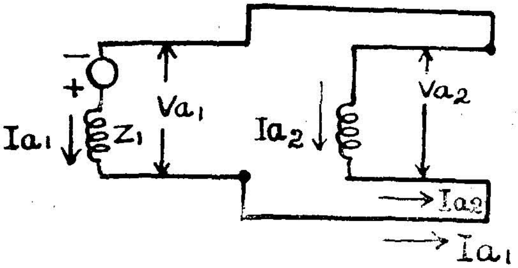
$E_a = I_{a1} Z_1 - I_{a2} Z_2$; $- I_{a2}$-க்குப் பதிலாக 'ஊ'-வில் I_{a1}-ஐ இட

$$E_a = I_{a1} Z_1\ I_{a1} Z_2.$$

$$= I_{a1} (Z_1 + Z_2) \text{ அல்லது } I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2} \quad \ldots\ldots \quad \text{(எ)}$$

என்றமையும்.

இப் பிழையைக் காட்ட, வரிசைப் பின்னற் சுற்றதர் படம் 9-ல் ள்ளவாறு இணைக்கப்படவேண்டும்.



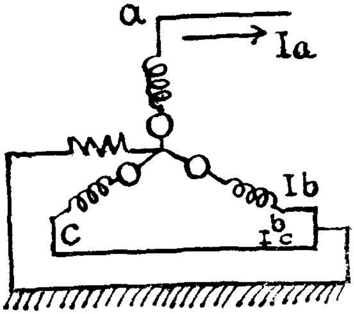
படம் 13·9

கம்பிடைப் பிழைக்கான வரிசைச் சுற்றதர்

பிழையில் தரையில்லாததால் (இச் சுற்றதரில் ஒரே ஒரு தரை தான் மின்னாக்கி நடுநிலையில் உள்ளது) தரைக்கு மின்னோட்டம் செல்வதில்லை.

$I_{a0} = 0$ என்பதைக் கண்டோம். ஆகவே, மின்னாக்கியின் நடுநிலை தரையிடப்பட்டிருந்தாலும், தரையிடப்படாமல் இருந்தாலும் அதனால் பிழை மின்னோட்டம் மாறுவதில்லை. நடு நிலை தரையிடப்படவில்லையென்றால், Z_0 எல்லையற்றதாகும். V_{a0} கணக்கிட முடியாதது (indeterminate) ஆகும்; ஆனால் கம்பியிடை மின்னழுத்தங்கள், அவை சுழி-வரிசைக் கூறுகளைக் கொள்ளா திருப்பதால் கண்டறியலாம்.

இரட்டைக் கம்பி-தரைப்பிழை (Double line to ground fault)



படம் 13.10

இரட்டைக் கம்பி தரைப்பிழை

தெரிந்துள்ளவை : $I_a = 0$.

$$V_b = V_c = 0.$$

$$\text{ஆகவே, } V_{a1} = \frac{1}{3}(V_a + a\,V_b + a^2\,V_c) = \frac{V_a}{3}$$

$$\text{அது போன்றே, } V_{a2} = \frac{V_a}{3} \;\&\; V_{a0} = \frac{V_a}{3} \text{ ஆகின்றன.}$$

$$V_{a1} = V_{a2} = V_{a0} \qquad \ldots\ldots (\text{ஏ})$$

$$\because \quad V_{a1} = E_a - I_{a1}\,Z_1$$

$$V_{a2} = I_{a2} Z_2$$

$$\& \ V_{a0} = I_{a0} Z_0.$$

$$\therefore \ V_{a2} = E_a - I_{a1} Z_1$$

அல்லது $I_{a2} Z_2 = E_a - I_{a1} Z_1$

அல்லது $I_{a2} = \dfrac{(E_a - I_{a1} Z_1)}{Z_2}$

அதுபோன்றே, $V_{a0} = E_a - I_{a1} Z_1$

அல்லது $-I_{a0} Z_0 = E_a - I_{a1} Z_1$

அல்லது $I_{a0} = \dfrac{-(E_a - I_{a1} Z_1)}{Z_0}$

ஆனல் $I_{a0} + I_{a1} + I_{a2} = I_a = 0.$

எனவே, $I_{a1} = \dfrac{E_a - I_{a1} Z_1}{Z_2} + \dfrac{E_a - I_{a1} Z_1}{Z_0}$

$$= \frac{E_a Z_0 - I_{a1} Z_1 Z_0 + E_a Z_2 - I_{a1} Z_1 Z_2}{Z_0 Z_2}$$

$$= \frac{E_a (Z_0 - Z_2)}{Z_0 Z_2} - \frac{I_{a1} (Z_0 Z_1 + Z_1 Z_2)}{Z_0 Z_2}$$

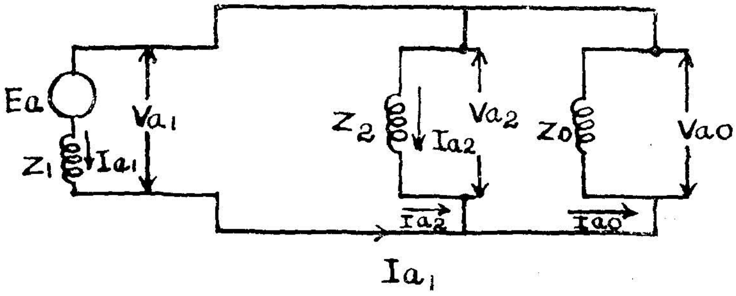
$$\therefore \ I_{a1} \left(1 + \frac{Z_0 Z_1 + Z_1 Z_2}{Z_0 Z_2} \right) + \frac{E_a (Z_0 + Z_2)}{Z_0 Z_2}$$

$$\therefore \ I_{a1} = \frac{E_0 (Z_0 + Z_2)}{Z_0 Z_1 + Z_0 Z_2 + Z_1 Z_2}$$

$$= \frac{E_a}{\dfrac{Z_0 Z_1 + Z_0 Z_2 + Z_1 Z_2}{Z_0 + Z_2}}$$

$$= \frac{E_a}{Z_1 + \dfrac{Z_0 Z_2}{Z_0 + Z_2}} \quad \text{......} \ (\text{ஐ})$$

வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்களின் இணைப்புப் படம் கீழ்க் கண்டவாறு அமையும்.



படம் 13·11

படம் 13·10-க்கான வரிசைச் சுற்றதர்

(ஐ) சமன்பாட்டில் Z_0 எல்லையற்றதானால், அதாவது மின்னாக்கியின் நடுநிலை தரையிடப்படவில்லையென்றால்,

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + \frac{Z_2}{1 + \frac{Z_2}{Z_0}}} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2} \quad \ldots\ldots \text{(ஒ)}$$

இது சமன்பாடு (எ) போன்றமைகிறது. ஆகவே. இரு கம்பித் தரைப்பிழைச் சமன்பாடு, Z_0 எல்லையில்லாததாகும்போது, அது கம்பியிடைப்பிழை சமன்பாட்டை ஒக்கிறது.

திறன் மின்னமைப்பில் பிழைகள் (Fault on a Power System)

இதுவரை, சுமையிலா மின்னாக்கியின் முனைகளில் ஏற்படும் பிழைகளைமட்டுமே எடுத்துக்கொண்டோம். இதனால் பெற்ற தீர்வுகளைத் திறன் அமைப்பில் ஏற்படும் பிழைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யப் பயன்படுத்தலாம்.

'a' தறுவாய் தரையிடப் பெற்ற ஒரு மின்பாதையின் ஒரு சிறு பகுதியை (short section), எடுத்துக் கொள்வோம். தெவினின் தேற்றத்தைப் (Thevenin's theorem) பயன்படுத்தி, இந்தத் திறன் அமைப்பினை ஒரு சமமான மின்னாக்கியாகப் (Equivalent generator) படத்தில் காட்டியுள்ளபடி வரையலாம்.

மின்னியக்கு விசைகள் E_{a0}, E_{a} , E_{a2} ஆகியன, பிழை ஏற்படுவதற்கு முன்பு தரைக்கும் திறப்புச் சுற்றதர்க்கும் உள்ள மின்னழுத்தத்தின் சமச் சீர்க் கூறுகள் (Symmetrical components of the open circuit voltage to ground) வழக்கம்போல, பிழைக்கு முன்பிருக்கும் மின்னழுத்தங்கள் சமநிலையில் இருக்கும். ஆதலின்,

$E_{a0} = 0$, $E_{a1} = E_{a}$ (தறுவாய்க்கும் நடுநிலைக்கும் உள்ள மின்னழுத்தம், & $E_{a2} = 0$.

Z_0, Z_1, Z_2 மதிப்புகள் முறையே, பிழைப் புள்ளியில் இருந்து பார்க்கும்போது சுழி, நேர்நிலை, எதிர்நிலை வரிசை மின்னோட்டங்களின் மதிப்புகள். (சு), (உ) சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, I_{a0}, I_{a1}, I_{a2}, V_{a0}, V_{a1}, V_{a2} இவைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவைகளை அறிந்தபின்னர்ப் பின்னல்சுற்றதர் முழுவதிலும் அவைகளின் முறையான வரிசை மின்னோட்டங்களையும், மின்னழுத்தங்களையும் கிர்காஃப் விதி கொண்டு எளிதாகக் கண்டறியலாம்.

இதனை மேலும் விளக்குவதற்காக, ஓர் எடுத்துக் காட்டினைக் கொள்வோம். இரு ஒத்தியங்கு எந்திரங்களைக் கொண்ட ஒரு மின் நிலையத்தின் 'ஒரு வரிப்படம்' (single-line diagram) படம் 13·12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

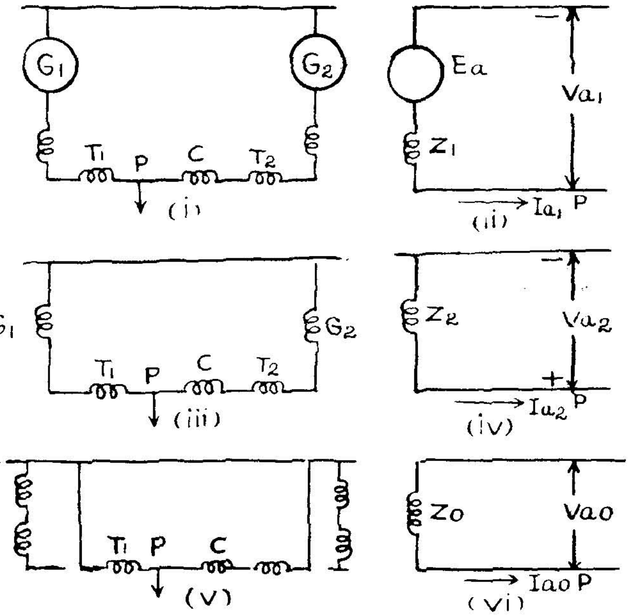
படம் 13·12

திறன் மின்னமைப்பினை இரு மின்னாக்கிகளுள் கொண்ட ஒரு மின்பாதையாகச் சமனிடல்

படம் 13.12-ல் காட்டிய மின்னமைப்பின் வரிசைச் சுற்றதர்கள்

படம் 13·13 மின்னமைப்பின் வரிசைப் பின்னல் சுற்றதர்களைக் காண்பிக்கிறது. P என்னுமிடத்தில் பிழை ஏற்படுவதாகக் கொள்வோம்.

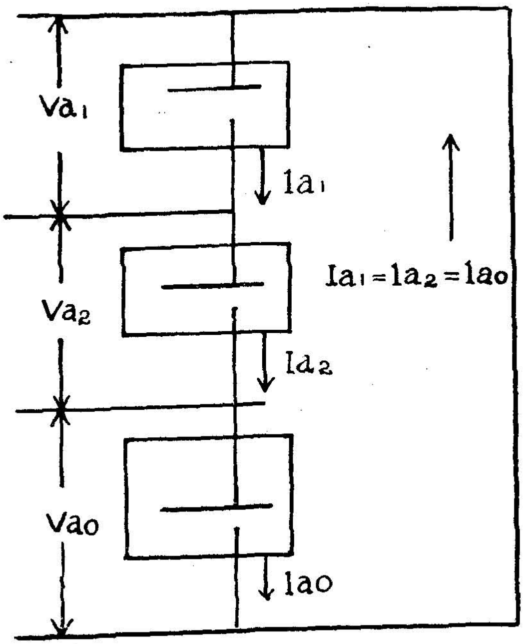
இதன் அடிப்படைக் குறிப்பு மின்வாய், பிழை ஏற்படும் இடம் இவைகளைக் கொண்ட இரு முனைகளுக்கிடையே ஒவ்வொரு பின்னல் சுற்றதர்க்கும் பதிலாக அதனுடைய 'தெவினின் சம அளவு'



படம் 13·13

(Thevinin's equivalent) அமைக்கலாம். ஒவ்வொரு வரிசைப் பின்னல் சுற்றதரின் தெவினின் சம அளவுச் சுற்றதரும் அந்தந்தப் பின்னல் சுற்றதர்ப்படத்திற்கு அருகில் காட்டப்பட்டுள்ளது. E_a என்பது மின்னுக்கியின் நேர்நிலை வரிசைப் பின்னற் சுற்றதர்க்கான உள் சம அளவுச் சுற்றதரில் உள்ள உள் மின்னழுத்தம் (internal votage). அது பிழை நிகழ் இடத்தில், பிழை ஏற்படுவதன் முன்னர் நடு நிலைக்குள்ள மின்னழுத்தம் (Pre-fault voltage to neutral) ஆகும். அனைத்து உள்ளிரு மின் இயக்கு விசைகளையும் (internal e.m.f.s.) குறுக்குச் சுற்றதர் ஆக்கியபின் பெறும் நேர்நிலை வரிசைப் பின்னல் சுற்றதரின் அடிப்படைக் குறிப்பு மின்வாய்க்கும், P-க்கும் இடையே அளக்கப்பட்ட மறிப்பே Z_1. பிழை ஏற்படு முன் எதிர்நிலை மின்னோட்டமோ (அ) சுழி வரிசை மின்னோட்டமோ இல்லையாதலின் P-க்கும், அடிப்படைக் குறிப்பு மின்வாய்க்கும் இடையே உள்ள பிழை முன்னிட்ட மின்னழுத்தம் எதிர்நிலை, சுழிவரிசை பின்னல் சுற்றதர்களின் சுழியாகும்.

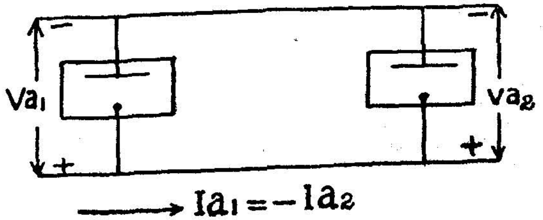
ஒற்றைக் கம்பிக்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் ஒரு பிழைக்கு வரிசைப் பின்னல் சுற்றதரில் இணைப்புகள் வருமாறு:



படம் 13·14

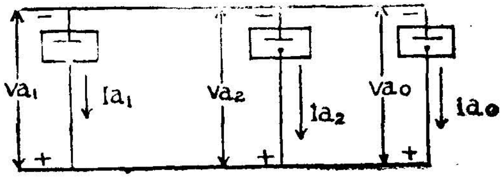
ஒற்றைக்கம்பி—தரைப்பிழைக்கான வரிசைச் சுற்றதர் இணைப்பு

இதைப் போலவே இரு கம்பியிடை ஏற்படும்-பிழை (line to line fault) இரட்டைக் கம்பித் தரைப் பிழை (double line to ground fault) ஆகியவற்றிற்கு வரிசைப் பின்னர் சுற்றதரின் இணைப்புகள் 13·15, 13.16 படங்களில் உள்ளவாறு பெறலாம்.



படம் 13·15

இரு கம்பியிடைப் பிழைக்கான வரிசைச் சுற்றதர்களின் இணைப்பு



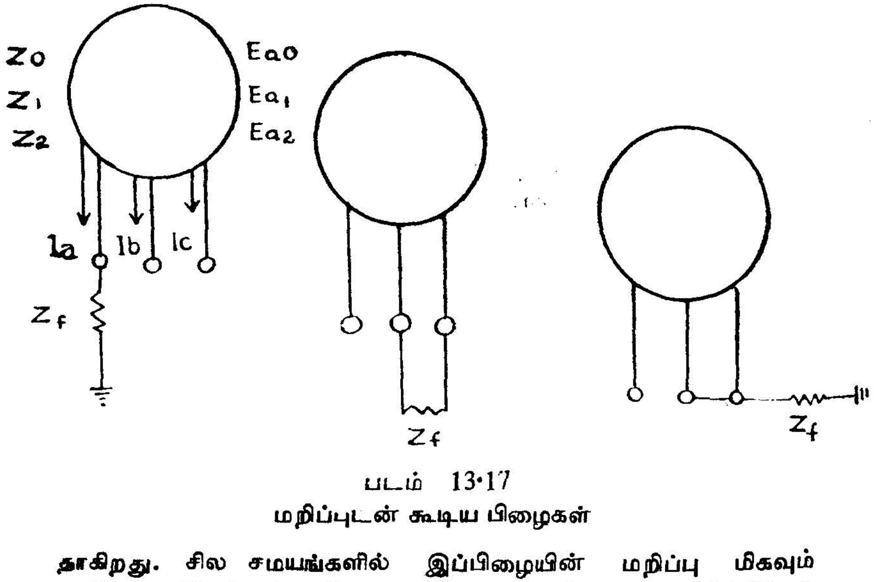
படம் 13·16

இருகம்பி—தரைப்பிழைக்கான வரிசைச் சுற்றதர்களின் இணைப்பு

மறிப்பு வழியாகப் பிழைகள்

அண்மைக் காலத்துத் திறன் அமைப்பினில், பெரும்பாலான பிழைகள் மின்பாதையில் மின்னல் தாக்குவதாலேயே ஏற்படுகின்றன. பெரும்பாலும் இது மின் காப்பியில் காற்றின் மின் காப்பினை முறிக்கிறது.

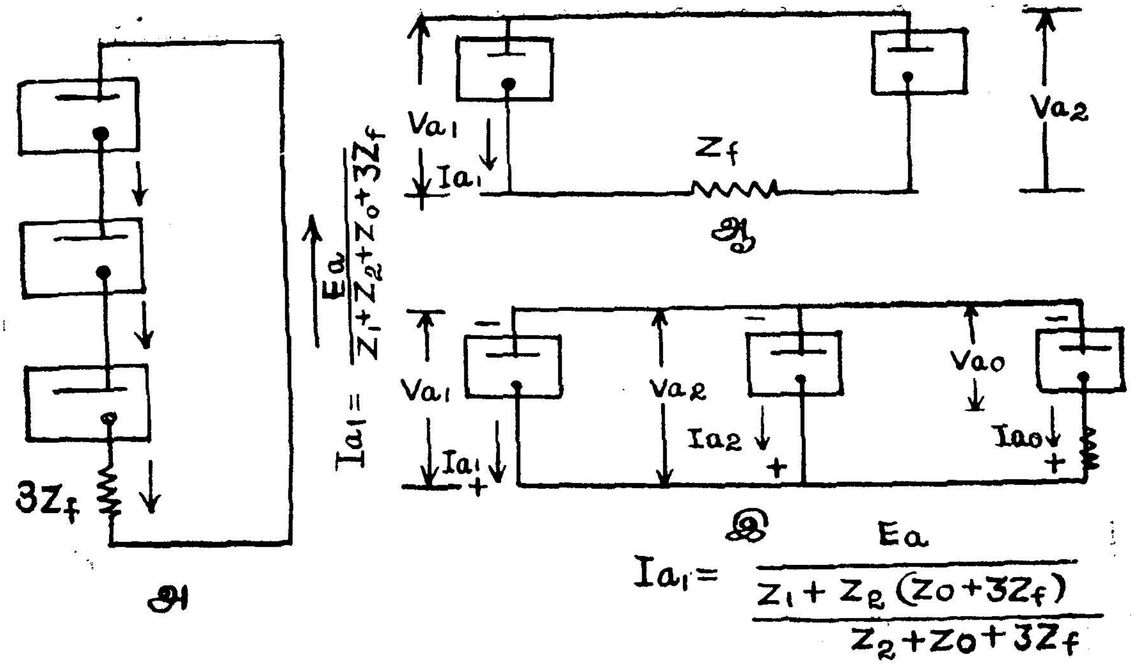
இவ்வகையால் ஏற்பட்ட பிழையினைத் திறன் மின் வில் (Power arc) நீடிக்கச் செய்கிறது. ஆகவே, மின்பாதை மீண்டும் பிழையிலா நிலையடைய, ஒரு நொடியில் சிறு பகுதி நேரமேனும் மின்பாதையில் மின்னூட்டம் இழக்கச் செய்வது இன்றியமையாத



படம் 13·17

மறிப்புடன் கூடிய பிழைகள்

தாகிறது. சில சமயங்களில் இப்பிழையின் மறிப்பு மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். இதுவரை, நாம் இவ்வகை மறிப்பினைப் புறக்கணித்து விட்டோம். இருந்த போதிலும், இம்மறிப்பினை



படம் 13·18

மறிப்புடன் கூடிய பிழைகளுக்கான வரிசைச் சுற்றுக்கள்

எடுத்துக் கொள்வதால், தீர்வு காண்பதில் ஒன்றும் இடர்பாடு இல்லை.

படம் 13.17, திறன் அமைப்பினைச் சம அளவு மின்னுக்கியாகக் காட்டுகிறது.

மறிப்புடன் நிகழும் பல்வேறு பிழைகளுக்கான வரிசைப் பின்னல் கற்றதர்களின் இணைப்புகள் படம் 13.18-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

சமச்சீர்க் குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டங்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைகள்

விழுக்காடு எதிர் வினைப்பு (% Reactance)

பெரும்பாலும் மின் தடை மிகவும் குறைவான அளவில் இருப்பதால், பிழை மின்னோட்டங்களைக் கணக்கிட, பல இடங்களில் எதிர் வினைப்பு மட்டுமே எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பொதுவாக, எதிர்வினைப்பு மின்தடையைக் காட்டிலும் 3 மடங்கிற்கு மேல் இருக்குமானால் மின் தடையைப் புறக்கணிக்கலாம். இதனால் விளையும் பிழை 6 விழுக்காட்டிற்கு மேல் இரா

ஒத்தியங்குப் பொறிகள், மின் மாற்றிகள், எதிர் வினைப்பிகள் முதலியனவற்றின் எதிர் வினைப்புகள் விழுக்காட்டில்தான் உரைக்கப்படுகின்றன. விழுக்காடு எதிர் வினைப்பு என்பதைப் பின்வருமாறு உரைக்கலாம்.

'X' விழுக்காடு எதிர்வினைப்பு, அறுதி அளவிற்கு ஒத்த நிறை சுமை மின்னோட்டத்தைக் கொண்டிருக்கும்போது, இயல்பான மின்னழுத்தத்தில் X விழுக்காடு எதிர் வினைப்பு மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினைக் கொண்டிருக்கும்.

அதாவது, $\% X = \frac{IX}{V} - 100$

X = எதிர் வினைப்பு.

V = அறுதி அளவு மின்னழுத்தம்.

I = நிறை சுமை மின்னோட்டம்.

1-ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து,

$$X = \frac{(\% X) V}{100 I} = \frac{(\% X) V^2}{100 VI}$$

$$= (\% X)\left(\frac{V}{1000}\right)\left(\frac{V}{1000}\right) \times 1000 \div 100 \left(\frac{V}{1000}\right) I$$

$$(\% X)(KV)^2\, 10 \div KVA$$

ஆகவே $\% X = \frac{(KVA)\,X}{10\,(KV)^2}$

விழுக்காடு - எதிர் வினைப்பும் ஆதார கிலோவோல்ட் ஆம்பியரும் (Base KVA)

எந்தவொரு மின்னமைப்பிலும், ஒவ்வொரு பொறியும் வெவ்வேறு அளவுடைய கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் அறுதி அளவினைக் கொண்டிருக்குமாதலால், உற்பத்தியாளர்கள் குறிப்பிடும் % எதிர் வினைப்பு அந்தவொரு கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் அறுதி அளவுக்கேயாமாதலாலும், எல்லா எதிர் வினைப்புகளையும் பொதுவான ஓர் ஆதார கி. வோ. ஆம்பியர் அடிப்படையில் மாற்றிக்கொள்ள வேண்டியதாகிறது. இவ்வாதார கி. வோ. ஆம்பியர் (1) அமைப்பில் உள்ள பெரியவொரு பொறியின் அளவாகவோ, (2) அனைத்துப் பொறிகளின் மொத்த அளவாகவோ, அல்லது (3) ஏதேனும் ஓர் அளவாகவோ இருக்கலாம். % எதிர் வினைப்பினை ஆதார கி. வோ. ஆம்பியர் அடிப்படையில் மாற்றுவதற்குக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டினைக் கொள்ளலாம்.

ஆதார கி. வோ.

ஆம்பியரில் $\% \times =$ பொறியின் $\% \times \frac{\text{ஆதார கி. வோ. ஆ.}}{\text{பொறியின் கி. வோ. ஆ.}}$

இனி சமச்சீர் முத்தறுவாய் குறுக்குச் சுற்றதர் அளவுகளை அறியும் முறையினைக் காண்போம்.

(1) எதிர் வினைப்பு, விழுக்காடு அளவில் இருந்தால் குறுக்குச் சுற்றதர் மெகா வோல்ட் ஆம்பியர் (MVA)

$$= \frac{100}{\%\ \text{எதிர் வினைப்பு}} \times \text{ஆதார கி. வோ. ஆ} \times 10^{-3}$$

குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் (வே. நி. கு)

$$= \frac{\text{மெ. வோ. ஆ} \times 10^3}{\text{கி. வோ.} \times \sqrt{3}}\ \text{ஆம்பியர்}$$

கி. வோ. = மின்னழுத்தத்தின் கி. வோ. (line voltage in K.V)

(2) எதிர் விணைப்பு ஓம் அளவில் இருந்தால்,

குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டம் (வே. நி. கு)

$$= \frac{\text{வோ}}{\sqrt{3} \times \text{எதிர் விணைப்பு}} \text{ ஆம்பியர்கள்.}$$

குறுக்குச் சுற்றதர் மெ. வோ. ஆ.

$$= \frac{\text{கு. சு. மின்னேட்டம்} \times \text{வோ} \sqrt{3}}{10^6}$$

V: கம்பி மின்னழுத்தம் வோல்ட்டு அளவில், நாடக முறையில் இவ்வகை முறைகள், குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னேட்டத்தினைக் கணக்கிடவும் அதன் துணையால், உணர்த்திகள் அமைக்கவும் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

1. The Art and Science of Protective Relaying—*C. Russell Mason*

2. Protective Relaying in Electric Power Systems.—*M. Titarenko and I. Noskov-Dukeisky*

3. The Protective Gear Hand Book—*M. Kaufmann, M.I.E.E.,*

4. A Course in Electrical Power—*M. L. Soni, P. V. Gupta, U. S. Bhatnagar*

5. Power System Stability, Vol. II—*Edward Wilson, Kimbark, Sc. D.*

6. Relay Protection Electrician—*E. Bass, M. Berkvice, A Savostynanov, V. Semyonov.*

7. Power Transformer Instructions—*General Electric, Mass, U.S.A.*

8. Protective Relays Application Guide—*The English Electric Company Limited.*

9. கலைச் சொற்கள்—கிண்டி பொறியியற் கல்லூரித் தமிழ் மன்றம், சென்னை.

கலைச்சொற்கள்

அ

அடிப்படைக் குறிப்பு — Reference
அதிர்வெண் மாற்றிகள் — Frequency converters
அதிர்வெண்மாற்றி இயக்கிகள் — Motor frequency converters
அமைவு — Setting
அலை மின்னிலை — Alternating current
அலையொன்று சுற்றதர் — Resonance circuit
அளவீட்டுறுப்பு — Measuring element
அளிப்பு — Supply
அறுதி அளவு — Rated value, Permissible value

ஆ

ஆதார கி.வோ.ஆ — Base K.V.A.
ஆர நெறியம் — Radius vector
ஆற்றல் அளவி — Watt hour meter

இ

இசைந்த — Cerresponding
இருவழி — Two-way
இணைந்த — Closed
இணைப்பி — Switch
இணைப்பியமைப்பு — Switchgear
இணைப்புக் கொண்ட நிலை — Closed position
இணைமின் மாற்றிகள் — Paralleled Transformer
இணையலையொன்று — Parallel Resonance
இணையாக — Parallel
இதள் — Mercury

இயக்கக் காட்டிகள் — Operation indicators
இயக்கிக் காப்பமைப்பு — Protection of motor
இயக்குநர் — Operator
இயக்கும் சுருள் — Operating coil
இயக்கும் மின்னோட்டம் — Operating current
இயக்கும் வலை — Operating grid
இயல்பான திசையில் — Normal direction
இயல்பு, பண்பு — Characteristic
இயல்பு பிறழ் — Abnormal
இயல்பாய் தொட்டு நிற்றல் — Normarly closed
இயல்பாய் விட்டு நிற்றல் — Normarly open
இருக்கை நிலை — Position
இருமின் தடை — Dielectric
இரும்பு அறை — Metal clad
இழுவைக் காந்தம் — Drag magnet
இன்றியமையாப் பண்புகள் — Essential characteristics

ஈ

ஈரெறி — Double throw
ஈர்ப்பு மின்னக வகை — Attracted armature type
ஈற்றணுக்கிக் கோடு — Asymptotic

உ

உடன் நிகழ் — Instantaneous
உட் செயல் — Interaction
உட் புகு — Incoming
உணர்த்தி — Relay
உணர்த்திச் சுருள் — Relay coil
உணர்த்தியின் சுருணை — Relay winding
உணர்த்தியின் சுழலி — Relay rotor
உணர்விழப்பற்ற — Desensitive
உத்தி — Mechanism
உந்துகை — Impulse
உயரிய கூருணர்வு — High Sensitivity
உயர் அதிர்வெண் அலைகள் — High frequency waves
உயர் மின்னழுத்தப்பாதைகள் — High voltage lines
உய்ய மின் சுமைகள் — Critical loads
உருத்திரிவு — Distort
உள் நிகழ் — Internal

உள் நிகழ் மின் பிழை	—	Interna l fault
உள் மின்னழுத்தம்	—	Internal voltage
உள்ளிடு	—	Input
உள்ளீடு	—	Core
உறுதி நேரம்	—	Definite time
உறுதியாக்குச் சுருள்	—	Seal in coil

ஊ

ஊர்தி மின்னோட்டம்	—	Carrier current

எ

எஞ்சுதலில் இணைக்கப்பட்ட	—	Residually connected
எண்ணியல்பு அமைவு	—	Numerical value
எதிர் நிலைத்திருக்கப் பரப்பு	—	Negative torque area
எதிர்ப்பு மின்னழுத்த முறை	—	Opposed voltage scheme
எதிர் வினைப்பு	—	Reactance
எந்திரவியல்	—	Mechanical
எதிர்வினை மின்திறன்	—	Reactive power
எந்திர முறை	—	Mechanically
எல்லையற்ற	—	Infinite
எளிய வகை திசைப்பணிப்புப் பகுதி	—	Simple directional unit

ஒ

ஒடுக்குச் சுருணை	—	Amortisseur windings
ஒத்தியங்கு	—	Concur
ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகள்	—	Synchronising power surge
ஒத்தியங்கு இயக்கிகள்	—	Syechronous motors
ஒத்தியங்கு இழப்பு	—	Loss of Synchronism
ஒத்தியங்கு கொண்மிகள்	—	Synchronous condensers
ஒப்புமை	—	Comparison
ஒப்பீட்டு உறுப்பு	—	Comparing element
ஒப்புமை சார்ந்த திசைகள்	—	Relative direction
ஒப்புமைப்படுத்தி	—	Comparer
ஒரு கிளையின் குறுக்கே	—	Across a shunt
ஒரு தனித் திறன் தோற்றுவாய்	—	Independent power source
ஒருமுகப்படுத்தல்	—	Co-ordination
ஒரு முனை ஊட்டிப்பாதை	—	Radial feeder

ஒலியியல்	—	Acoustical
ஒளியியல்	—	Optical
ஒற்றைக் கம்பிக்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் பிழை	—	Single line to ground fault
ஒற்றைச் சுருள்	—	Single coil
ஒற்றைத் தறுவாய்	—	Single phase
ஒற்றைத் தறுவாய் தரைப்பிழை	—	Single phase to earth fault
ஒற்றைப்பொருள்	—	Single quantity
ஒற்றை மின்னாக்கி மின் மாற்றி	—	Unit generator transformer
ஒற்றை மின்னோட்டம்	—	Single current

ஓ

ஓரவரம்பு	—	Margin

க

கணக்கமைப்பு	—	Calibration
கணக்கிட முடியாத	—	Indeterminate
கணநேரம்	—	Momentary
கண்ணிப் பாதைகள்	—	Loop line
கடத்து	—	Conduct
கட்டுப்படுத்துப் பொருள்	—	Control quantity
கட்டுப்படுத்துறுப்பு	—	Control element
கம்பி மின்னழுத்தம்	—	Line voltage
கருவி	—	Equipment
கலக்கும் மின் மாற்றி	—	Mixing transformer
கலைவு	—	Disturbance
கவை முறை இணைப்பு	—	Y-connection

கா

காட்டிகள்	—	Targets
காந்த இயக்கு விசை	—	Magnetomotive force
காந்தப் பெருக்கு	—	Magnetic flux
காப்புக் கரணி	—	Factor of safty
காப்புப் பெற்ற	—	Protected
காப்பமைப்பு உணர்த்திகள்	—	Protective relays
கால அளவு	—	Duration
கால இயல்புகள்	—	Time characteristics
கால நீட்சி	—	Time delay
காலப் பிந்து	—	Time lag

கி

கிளர்விழப்பு	— Loss of excitation
கிளை	— Shunt
கிளைக்கொண்மம்	— Shunt capacitance
கிளை உணர்த்திகள்	— Shunt relays
கிளர்விப்புலம்	— Exciter field

கீ

கீலிட்ட மின்னகம்	— Hinged armature

கு

குழல் வகை மின்னல் தாங்கி	— Tubular type lightning arrester
குளிர் செய் அமைப்பு	— Cooling system
குறுக்குச் சுற்றதர்	— Short circuit
குறை எல்லை	— Under reaching
குறை காப்பு	— Under protect
குறை வேகம்	— Under speed

கொ

கொண்மி	— Capacitor
கொண்மித் திறப்பு	— Capacitor tripping

ச

சட்டக் கசிவு	— Frame leakage
சட்டப் பிரிவுகள்	— Frame work section
சம அளவு	— Equivalent
சமச் சீர்	— Symmetrical
சமச்சீர் அமைப்புகள்	— Symmetrical structures
சமச்சீரிலாப் பிழைகள்	— Unsymmetrical faults
சமச்சீர்க் கூறுகள்	— Symmetrical components
சமநிலை	— Balance
சமநிலை விட்டம்	— Balanced beam
சமனிலா	— Unbalanced

சு

சுருணை	— Winding
சுருள்கள்	— Spring
சுழலி	— Rotor
சுழலி இரும்பு	— Rotor iron

சுழலிக் கடத்திப் பகுதி	— Rotor condueto:
சுழலித் தண்டு	— Rotor shaft
சுழலியின் மிகைவெப்பக் காப்பமைப்பு	— Protection against rotor over heating
சுழல் மின்னோட்டம்	— Eddy current
சுழி தறுவாய் வரிசைக் கூறு	— Zero-phase sequence components
சுழி வரிசை	— Zero Sequence
சுற்றதர்ப் பிரிப்பி	— Circuit breaker
சுற்றிடை	— Turn to turn
சுற்றுப் பிழை	— Turn fault
சுற்று மின்னோட்டக் காப்பமைப்பு	— Circulation current protection

செ

செயல் கோட்பாடுகள்	— Operating principles
செயற்படு அமைப்பின் வகைகள்	— Type of actuating structures
செயற் பண்பு	— Operating characteristic
செயற்படுத்தும் தோற்றுவாய்	— Actuating source
செயற்படுத்தும் பொருள்	— Actuating quantity
செயற்படுத்தும் விசை	— Actuating force

சை

சைகைகள்	— Signals

த

தகவல் செலுத்து உணர்த்தி அமைப்பு	— Pilot relaying
தகவல் செலுத்துச் சைகை	— Pilot signals
தடுப்புப் பிழை ஒற்றி	— Blocking fault detector
தடுப்புத் தகவல் செலுத்தி	— Bloking pilot
தடை சுருள், தடைசெய் சுருள்	— Restraining coil
தடைசெய் வலை	— Restraining grid
தடை விசை, தடை செய்விசை	— Restraining force
தலைகீழ் நேரம்	— Inverse time
தலைகீழ் வளைகோடு	— Inverse curve
தலைமிசை மின்பாதை	— Over-head lines

தலைமைக் காப்பமைப்பு	—	Main protection
தறுவாய்	—	Phase
தறுவாயிடைப் பிழைகள்	—	Inter phase faults
தறுவாயிடை	—	Inter phase
தறுவாய் ஒப்புமை	—	Phase comparison
தறுவாய் ஒன்றித்து	—	In phase
தறுவாய்க் கோணம்	—	Phase angle
தறுவாய்க் கோண நிலை பெயர்ப்பு	—	Phase angle shift
தறுவாய்த் திறப்பு	—	Open phase
தறுவாய்த்தொடர்பு	—	Phase relation
தறுவாய் தடுநிலை	—	Phase to neutral
தறுவாய்-தரை	—	Phase to earth
தறுவாய்-தறுவாய்	—	Phase to phase
தறுவாய் வரிசை வடிவிகள்	—	Phase sequence filters
தன் தூண்டல்	—	Self Induction

தா

தாழ்-அமைவு	—	Lower setting
தாழ்-அளவு மின் தடை சரி செய்கை	—	Lower minimum ohmic adjustment
தாழ் பிழை அமைவுகள்	—	Lower fault settings
தாழ் மடங்கு	—	Lower multiple
தாழ் மின்னழுத்தம்	—	Lower voltage
தானியங்கு மீள் அமைப்பு	—	Automatic reclosing
தானியங்கு மறு-ஒத்தியங்கு	—	Automatic re-synchornising
தானியங்கு மின்னுக்கி மின் அழுத்த ஒழுங்கமைப்பு	—	Automatic Generator voltage Regulator

தி

திசைப்பணிப்பு இயக்கம்	—	Directional operation
திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை	—	Directional comparison
திசைப்பணிப்புத் தடை	—	Directional restraint
திசைப்பணிப்புப் பகுதி	—	Directional unit
திசைப்பணிப்பிலா	—	Non-directional
திசைப்பணிப்பு வகை	—	Directional type
திறப்பு	—	Tripping
திறப்புச் சுருள், பிரிப்புச் சுருள்	—	Trip coil
திறப்புச் சுற்றதர்	—	Open circuit

திறன் அதிர்வெண் — Power frequency
திறன் உணர்த்திகள் — Power relays
திறன் ஊசலாட்டம் — Power swing
திறன் செலுத்தம் — Power flow
திறன் மின் வில் — Power arc

து

துணை இணைப்பி — Auxiliary switch
துணை உணர்த்திகள் — Auxiliary relays
துணைச் செலுத்தம் — Sub-transmission
துணைத் திறப்பு உணர்த்தி — Auxiliary tripping relay
துணை மாறுகாலத் தன்மை — Sub-transient
துணை மின்னழுத்த மாற்றி — Auxiliary potential transformer

தொ

தொடங்கு நேரம் — Starting period
தொடக்கப் பகுதி — Starting unit
தொடர்ந்து இயங்க அமைக்கப்பட்ட — Continuous rated
தொடர்பறு கருவி — Disconnecting device
தொகுதித் தொடு முனைகள் — Set of contacts
தொடு — Pick up
தொடுமுனை அழுத்தம் — Contact pressure
தொடு-அளவு — Pick up value
தொடு மடங்கின் அடிப்படையில் — Multiple of pick up basis
தொடு மின்னோட்டம் — Pick up current
தொடு முனைகள் — contacts
தொலைவு அலைவிடல் — Distance measuring
தொலைவு உணர்த்திகள் — Distance relays

தோ

தோற்றுவாய் — Source
தோற்றுவாய் மின்னழுத்தம் — Applied voltage

ந

நடுநிலை இணைப்பு — Neutral connection
நடுமுனை, நடுநிலை — Neutral

நம்பகமான ஓர வரம்பு — Safe margin
நம்பிக்கை — Reliability

நி

நிலச் செலுத்துக் கம்பி — Pilot wire
நிலைய — Local
நிலையி மிகை வெப்பக் காப்பமைப்பு — Stator over heating protection
நிலையான மின்னோட்டத் தோற்றுவாய் — Constant current source
நிலையுறுதல் — Stability
நிறை நிலை, நிறை நிலைத் தன்மை — Saturating, saturation

நூ

நூற்பா — Formula

நெ

நெறியம் — Vector
நெறிய வேறுபாடு — Vector difference

நே

நேர அளவை முகப்பு — Time dial
நேர உணர்த்திப் பகுதி — Timing unit
நேர-தொலைவு ஒப்புமை — Time *vs* distance
நேர வைப்பீடு — Time-setting
நேர் நிலை வரிசை வீழ்ச்சி — Positive sequence drop
நேர்மாறான முனைமை மாற்றம் — Reversal of polarity
நேர்மாற்றம் — Reversal
நேரடிச் செயல் முறை — Direct action
நேரடிச் செயல் முறை உணர்த்தி — Direct acting relay
நேர் நிலைத்திருக்க வட்டாரம் — Positive torque region

ப

பகரமாக — Substitute
பகிர்வுச் சுற்றதர் — Distribution circuit
படிமுறை — Stepped, graded
படிவங்கள் — forms

பணிபுரியும் அடிப்படையில் — As to principle of action
பணி வெளி — working gap
பதிக்கப்பெற்ற — impressed
பராமரிப்பு — Maintenance
பருவமிலா — Unmatured
பல முனைப் பாதை — Multiterminal line
பல் தறுவாய் — Poly-phase
பன்முறை மீள் இணைப்புக் கருவி — Multi reclosure equipment

பா

பாதுகாப்பகம் — Conservator
பாதைமடைகள் — Line taps
பாவனை — ssumption

பி

பிடிப்பு உத்தி — Holding mechanism
பிடிப்புச் சுருள் — Holding coil
பிடிப்புச் சுழலி — Locked-rotor
பிரிப்பிச் சுற்றதர் — Trip-circuit
பிரிப்பிப் பிழை ஒற்றி — Tripping fault detector
பிழை ஒற்றி — fault detector
பிளவுத் தறுவாய் — Split phase
பிறிதன் தூண்டல் — Mutual Induction
பின்னல் சுற்றதர் — Network
பின் செல்லல் — Lagging
பின்னணிக் காப்பமைப்பு — Back up protection

பு

புக்கால்ஸ் காப்பமைப்பு — Buchholz protection
புலச் சுருள் — Field coil
நலச் சுற்றதர் — Field circuit
புல-தரைப் பிழைக்காப்பு — Field ground fault protection
புலம் — Field
புறக்கணிக்கக்கூடிய — Negligible
புறவழி — By-pass
புனல் மின், நீர்மின் — Hydro-electric

பெ

பெரும எஞ்சு மின்னழுத்தம்	—	Maximum residual voltage
பெருமத் திருக்கம்	—	Maximum torque
பெருமம்	—	Maximum
பெருமம்	—	Peak
பெரும மிகையெல்லை நிலை	—	Maximum over reach condition

பே

பேணுதற் பணி	—	Maintenance work
பேரலை	—	Surge
பேரெல்லை	—	Maximum

பொ

பொருத்தம்	—	Combinations
பொய்யான எஞ்சு மின்னோட்டம்	—	False residual current

ம

மடியின்மை	—	Non-inertia
மடைகள்	—	Tappings
மறிப்பு	—	Impedance
மறிப்பின் அளவு	—	Impedance value
மறிப்புப்பகுதி	—	Impedance unit
மறுதலிப்பு	—	Response
மறைச்சுருள்	—	Shading coil
மறைமுகச் செயல்படு உணர்த்தி	—	Indirect acting relay
மறைமுனை அமைப்பு	—	Shaded pole
மறை வளையங்கள்	—	Shading rings

மா

மாற்றப்பட்ட திறப்பு	—	Transfered tripping
மாற்றியமைக்கப்பட்ட	—	Modified
மாறுகாலத் தன்மை	—	Transient
மாறுதல்	—	Change

மி

மின்னமைப்பு — Electric system
மிகு காப்பு — Over project
மிகு சுமை — Over load
மிகு வேகம், மிகு விரைவு — Over speed
மிகை எல்லை — Over reach
மிகை மின்னோட்டம் — Over current
மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி — Over current relay
மிகை வெப்ப முதல் — Over heating
மின்னகம் — Armature
மின்னழுத்த வீழ்ச்சி — Drop in voltage, I.R.drop
மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் — potential difference
மிகைப் பயணம் — Over travel
மிகுவிரைவுக் காப்பமைப்பு — Over speed protection
மிகை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு — Over voltage protection
மின்னாற்றல் பெறுதல் — Energised
மின்னியல் — Electrical
மின்னாக்கி — Generator
மின்னாக்கி மற்றும் இயக்கிக் காப்பமைப்பு — Generator and Motor protection
மின்னோட்ட ஒப்புமை — Current comparison
மின்னோட்டக் கட்டுப்படுத்துக் கருவிகள் — Current limiting devices
மின்னோட்ட சமநிலைத் திறன் — Current balance and power
சமநிலை உணர்த்தியமைப்பு — Balance relaying
மின்னோட்ட சுற்றோட்டம் — Current circulation
மின்னோட்டப் புறஞ்சரிப்பு — Current bias
மின் அமைப்பின் அதிர்வெண் — System frequency
மின் இயக்கம் — Electro dynamic
மின் அழுத்தத் தடுப்பான் — Voltage blocking
மின் அழுத்தம் ஒழுங்கு படுத்தும் கருவி — Voltage equipment regulation
மின் அழுத்த உணர்த்திகள் — Voltage relays
மின் காப்பி — Bushing
மின் காந்தம் — Electro magnetic
மின் காப்பிடு மின் மாற்றி — Insulating transformer
மின்காப்பு — Insulation
மின் தடை விசை — Resistive force

மின் தடை வெப்ப அளவு ஒன்றிகள் — Resistance temperature detectors
மின்தடைக் கூறு — Resistance component
மின் திறன் மாற்றி — Power transformer
மின் தூண்டல் — Electro induction
மின் நிலையங்கள் — Generating stations
மின் பாதை வலைகள் — Line traps
மின் திறன் — Watts
மின் மாற்றி — Transformer
மின் மாற்றிக் கலன்கள் — Transformer banks
மின் மாற்றிக் காப்பமைப்பு — Transformer protection
மின் மாற்றி மின்பாதை — Transformer feeder
மின் முறையாக — Electrically
மின் வாய் — Bus
மின் வாய்க் கட்டை Bus bar
மின்வாய்க் கட்டையிணைப் பிரிக்கும் எதிர்விணைப்பு — Sectionalising reactors
மின்வில்லின் மின்தடை — Arc resistance

மீ

மீள் நிலைப்பு — Reset

மு

முக்கோண முறை — Delta
முக்கோண முறை இணைப்பு — Delta connection
முத்தறுவாய் — Three phase
முதன்மை — Primary
முதன்மைப் பக்கம் — Primary side
முதன்மை மின்னுக்கி முனைகள் — Main generater terminal
முதன்மை முனை — Main terminal
முழு மின்சுமை, நிறைமின்சுமை — Full load
முழுமின் சுமை விலகல் — Full load rejection
முன் செல்லல் — Leading
முனைகள் — Terminals
முனைமை — Polarity
முனைமையாக்கும் பொருள் — Polarising quantity
முனைமையுற்ற — Polarised
மூலக்கூறு, காரணி — Factor

மூ

மூலம் — origin

மூலத்தினின்றும் இடம் பெயர்தல் — Off-set from the origin
மூழ்கு தண்டு — Plunger

மே

மேற்கவியும்போது Over lap

மோ

மோவகைப் பகுதி — Mho unit

வ

வட்டிப்பு — Cycle
வடம் — Cable
வடிவிகள் — Filters
வடத்தின் ஈய உறை — Lead cable sheath
வழிகள் — Channels
வளி — Gas
வளி உருளி — Gas turbine
வளி கலன் — Gas chamber
வளிப் பகுப்பாய்வு — Gas Analyser
வரிசை — Sequence
வரிசை மறிப்புகள் — Sequence impedance
வரையறை — Restricted

வா

வாங்கி — Receiver
வான் பாதை — Aerial line

வி

விகிதம் — Ratio
விசைமாற்று நிலை எண் — Force conversion constant
விடுப்பு — Admittance
விடுமின்னோட்டம் — Drop out current
விரிவுக்கலன் — Expansion chamber
விரிவுச் செயல் உணர்த்தி — Quick action relay

வீ

வீத அளவு — Proportional
வீழ்ச்சி — Drop

வெ

வெகு விரைவு	—	High speed
வெகுவிரைவு மண்டலம்	—	High speed zone
வெப்ப	—	Thermal
வெப்ப இணைகள்	—	Thermal couples
வெப்ப மிகு சுமை	—	Thermal over load
வெளி நிதழ்	—	External
வெற்று உருளை	—	Hollow cylinder

வே

வேக ஆளுமை	—	Speed Governor
வேற்றுமையால்	—	Differentially
வேற்றுமை உணர்த்தி	—	Differential Relay
வேர்நிரல் குழிப்பு	—	R.M,S.

வை

வைப்பீடு	—	Setting

கலைச்சொற்கள்

A

Asymptotic	—	ஊற்றணுக்கிக் கோடு
Abnormal	—	இயல்பு பிறழ்
Acoustical	—	ஒலியியல்
Across a shunt	—	ஒரு கிளையின் குறுக்கே
Actuating source	—	செயற்படுத்தும் விசை
Actuating Quantity	—	செயற்படுத்தும் தோற்றுவாய்
Adjustment	—	சரி செய்கை
Admittance	—	விடுப்பு
Aerial line	—	வான் பாதை
Alternating Current	—	அலை மின்னிலை
Amortisseur winding	—	ஒடுக்குச் சுருளை
Applied voltage	—	தோற்றுவாய் மின்னழுத்தம்
Arc resistance	—	மின் வில்லில் மின் தடை
Arithmetieally	—	எண் கணக்குப்படி
Armature	—	மின்னகம்
Assumption	—	பாவனை
Attracted armature type	—	ஈர்ப்பு மின்னக வகை
Automatic Generator voltage regulator	—	தானியங்கு மின்னாக்கி மின்னழுத்த ஒழுங்கமைப்பு
Automatic re-closing	—	தானியங்கு மீள் இணைப்பு
Automatic re-synchronising	—	தானியங்கு-மறு-ஒத்தியங்கு
Auxiliary potential transformer	—	துணை மின்னழுத்த மாற்றி
Auxiliary switch	—	துணை இணைப்பி
Auxiliary relays		துணை உணர்த்திகள்
Auxiliary-tripping relay	—	துணைத் திறப்பு உணர்த்தி

B

Back up protection — பின்னணிக் காப்பமைப்பு
Balance — சமநிலை
Balanced Beam — சமநிலை விட்டம்
Base K.V.A — ஆதார கி.வோ.ஆ
Bearing pedastals — தாங்கியின் பீடங்கள்
Bias — புறஞ்சரிப்பு
Blocking fault detector — தடுப்புப் பிழை ஒற்றி
Blocking pilot — தடுப்புத் தகவற் செலுத்தி
Branch circuit — கிளைச் சுற்றதர்
Buchholz protection — புக்கால்ஸ் காப்பமைப்பு
Bus — மின் வாய்
Bus bar — மின்வாய்க் கட்டை
Bushing — மின் காப்பி
By-pass — புற வழி.

C

Cable — வடம்
Calibration — கணக்கமைப்பு அளவீடு
Capacitor — கொண்மி
Capacitor tripping — கொண்மித் திறப்பு
Carrier current — ஊர்தி மின்னோட்டம்
Channels — வழிகள்
Characteristic — இயல்பு, பண்பு
Check system — சோதனை அமைப்பு
Circulation — சுற்றோட்டம்
Circulating current protection சுற்று மின்னோட்ட அமைப்பு
Circuit breaker — சுற்றதர் பிரிப்பி
Closed — இணைந்த
Comparer — ஒப்பமைப்படுத்தி
Comparing element — ஒப்பீட்டு உறுப்பு
Comparison — ஒப்புமை
Components — கூறுகள்
Concur — ஒத்தியங்கு
Conduct — கடத்து
Conservator — பாதுகாப்பகம்
Constant current source — நிலையான மின்னோட்டத்
Contacts — தோற்றுவாய் தொடு முனைகள்

Contact pressure — தொடுமுனை அழுத்தம்
Contact closed position — இணைப்பு கொண்ட நிலை
Continuous rated — தொடர்ந்து இயங்க அமைக்கப் பட்ட
Control element — கட்டுப்படுத்துறுப்பு
Control quantity — கட்டுப் படுத்துப் பொருள்
Cooling system — குளிர் செய் அமைப்பு
Co-ordination — ஒருமுகப்படுத்தல்
Core — உள்ளீடு
Corresponding — இசைந்த
Crest value — பெரும அளவு
Critical loads — உய்யமின் சுமைகள்
Current circulating — மின்னோட்டச்சுற்றோட்டமுறை
Current balance and Power Balance relaying — மின்னோட்ட சமநிலை, திறன் சமநிலை உணர்த்தியமைப்பு
Current comparison — மின்னோட்ட ஒப்புமை
Current bias — மின்னோட்டப் புறஞ்சரிப்பு
Current limiting devices — மின்னோட்டக் கட்டுப்படுத்துக் கருவிகள்
Cycle — வட்டிப்பு

D

Data — தெரிபொருள்
Definite time — உறுதிநேரம்
Delta — முக்கோண முறை
Delta connection — முக்கோண முறை இணைப்பு
Desensitive — உணர்விழப்புற்ற
Design constant — திட்டஅமைப்பு நிலைஎண், வகுதிநிலை எண்
Dielectric — இரு மின் தடை
Differential relay — வேற்றுமை உணர்த்தி
Direct acting relay — நேரடிச் செயல்படு உணர்த்தி
Directional comparison — திசைப்பணிப்பு ஒப்புமை
Directional operation — திசைப்பணிப்பு இயக்கம்
Directional restraint — திசைப்பணிப்புத் தடை
Directional type — திசைப்பணிப்பு வகை
Directional unit — திசைப்பணிப்புப் பகுதி
Disconnecting device — தொடர்பறு கருவி
Displaced in time — நேரத்தால் இடம் பெயர்க்கப் பட்ட

Distance measuring — தொலைவு அளவிடல்
Distance relays — தொலைவு உணர்த்திகள்
Distort — உருத்திரிவு
Distribution circuit — பகிர்வுச் சுற்றதர்
Disturbance — கலைவு
Double throw — ஈரெறி
Drag magnet — இழுவைக் காந்தம்
Drop — வீழ்ச்சி
Drop in voltage — மின்னழுத்த வீழ்ச்சி
Drop out current — விடு மின்னோட்டம்
Duration — கால அளவு நீட்சி

E

Eddy current — சுழல் மின்னோட்டம்
Effective settings — பயனுறுதி அமைவுகள்
Efficiency — திறமை
Electric system — மின் அமைப்பு
Electrical — மின்னியல்
Electronic — எதிர் மின்னியல்
Electro dynamic — மின் இயக்கம்
Electro induction — மின் தூண்டல்
Element — உறுப்பு
Energissed — மின்னூற்றல் பெறுதல்
Essential characteristics — இன்றியமையாப் பண்புகள்
Equipment — கருவி
Equivalent — சம அளவு
Exciter field — கிளர்விப் புலம்
Expansion Chamber — விரிவுக் கலன்
External — வெளி நிகழ்

F

Factor — மூலக்கூறு, கரணி
Factor of safety — காப்புக் கரணி
False residual currents — பொய்யான எஞ்சு மின்னோட்டம்
Formula — நூற்பா
Fault detector — பிழை ஒற்றி
Feed back — பின்னூட்டம்

Field	—	புலம்
Field circuit	—	புலச் சுற்றதர்
Field coil	—	புலச் சுருள்
Field ground fault protection	—	புலத் தரைப்பிழைக் காப் பமைப்பு
Filters	—	வடிவிகள்
Flux	—	பெருக்கு
Force conversion constant	—	விசைமாற்று நிலை எண்
Forms	—	படிவங்கள்
Frame leakage	—	சட்டக் கசிவு
Frame work section	—	சட்டப் பிரிவுகள்
Frequency converters		அதிர்வெண் மாற்றிகள்
Full load	—	முழுமின் சுமை, நிறை மின் சுமை
Full load rejection	—	முழுமின் சுமை விலகல்

G

Gas		வளி
Gas turbine	—	வளி உருளி
Gas analyser	—	வளி பகுப்பாய்வு
Gas chamber	—	வளி கலம்
Generating station	—	மின் நிலையங்கள்
Generator	—	மின்னாக்கி
Generator and Motor protection	—	மின்னாக்கி மற்றும் இயக்கிக் காப்பமைப்பு
Governor	—	ஆளுமை
Graded	—	படிமுறை
Ground bus	—	தரை மின்வாய்
Ground resistance	—	தரை மின்தடை

H

High frequency waves	—	உயர் அதிர்வெண் அலைகள்
High sensitivity	—	உயரிய கூருணர்வு
High speed	—	வெகு விரைவு
High speed zone	—	வெகு விரைவு மண்டலம்
High voltage lines	—	உயர் மின்னழுத்தப் பாதைகள்
Hingled armature	—	கீலிட்ட மின்னகம்
Holding coil	—	பிடிப்புச் சுருள்
Holding mechanism	—	பிடிப்பு உத்தி

Hollow cylinder — வெற்று உருளை
Hydro-electric — புனல் மின், நீர் மின்

I

Impact — இறுக்கம்
Impedance — மறிப்பு
Impedance unit — மறிப்புப் பகுதி
Impedance value — மறிப்பின் அளவு
Impressed — மதிக்கப் பெற்ற
Incoming — உட்புகு
Inpulse — உந்துகை
In terms of multiples of pick up value — தொடு அளவு மடங்கு அடிப்படையில்
Independent power source — ஒரு தனித்திறன் தோற்றுவாய்
Indeterminate — கணக்கிடமுடியாத
Indirect acting relay — மறைமுகச் செயல்படு உணர்த்தி
Induction cup — தூண்டல் கிண்ணம்
Induction Motors — தூண்டல் இயக்கிகள்
Induction type — தூண்டல் வகை
Infinite — எல்லையற்ற
Inphase — தறுவாய் ஒன்றித்து
Initiated — தொடுத்து விடப்பட்ட
Input — உள்ளீடு
Inverse curve — தலைகீழ் வளைகோடு
Instantaneous — உடன் நிகழ்
Insulating transformer — மின்காப்பிடு மின்னோட்ட மாற்றி
Insulation — மின்காப்பு
Intentionally — வேண்டுமென்று
Interms of — அடிப்படையில்
Inter action — உட்செயல்
Internal — உள் நிகழ்
Internal fault — உள்நிகழ் மின்பிழை
Internal voltage — உள் மின்னழுத்தம்
Inter phase — தறுவாயிடை
Inter phase fault — தறுவாய் இடை பிழைகள்
Inverse time — தலைகீழ் நேரம்
I.R. drop — மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

K

Kilo volts — கிலோ வோல்ட்டு
Kirchoff's law — கிர்ச்சாஃப் விதி

L

Lagging — பின் செல்லல்
Leading — முன் செல்லல்
Lead cable sheeth — வடத்தின் ஈய உறை
Line current — கம்பி மின்னோட்டம்
Line taps — பாதை மடைகள்
Line to line கம்பியிடை
Line traps — மின் பாதை வலை
Line voltage — கம்பி மின்னோட்டம்
Loaded-start — மின்சுமையுடன் தொடங்கு
Local — நிலைய
Locked-rotor பிடிப்புச் சுழல்
Loop lines — கல்விப் பாதைகள்
Loss of excitation கிளர்வு இழப்பு
Loss of synchronism — ஒத்தியங்கு இழப்பு
Lower minimum ohmic adjustment — தாழ்அளவு மின்தடை சரிசெய்கை
Lower multiple — தாழ் மடங்கு
Low fault-settings தாழ் பிழை அமைவுகள்
Low set தாழ் அமைவு
Low voltage — தாழ் மின்னழுத்தம்

M

Magnetic flux — காந்தப் பெருக்கு
Magneto motive force காந்த இயக்கு விசை
Main generator terminals - முதன்மை மின்னாக்கி முனைகள்
Main protection — தலைமைக் காப்பமைப்பு
Main terminal — முதன்மை முனை
Maintenance work — பேணுதற் பணி, பராமரிப்பு வேலை
Margin — ஓரவரம்பு
Material — செய்முதற் பொருள்
Maximum பெருமம், பேரெல்லை
Maximum over reach condition — பெரும மிகை எல்லை நிலை

Max residual voltage	—	பெரும எஞ்சு மின்னழுத்தம்
Maximum torque	—	பெருமத் திருக்கம்
Measuring elemen i	—	அளவீட்டுறுப்பு
Mechanical		எந்திரவியல்
Mechanically	—	எந்திர முறை
Mechanism	—	உத்தி
Mercury	—	இதழ்
Metalclad		இரும்பறை
Metal		உலோகம்
Metal frame work	—	உலோகச் சட்டங்கள்
Mixing transformer	—	கலக்கும் மின்மாற்றி
Mho unit	—	மோ வகைப் பகுதி
Minimum		குறைந்த அளவு, சிற்றெல்லை
Modified	—	மாற்றியமைக்கப்பட்ட
Momentary	—	கண நேரம்
Most inverse portion	—	மிகவும் தலைகீழ்ப் பகுதி
Motor frequency converters	—	அதிர்வெண் மாற்றி இயக்கிகள்
Moving coil	—	இயங்குச் சுருள்
Multiple of pick-up basis	—	தொடு மடங்கின் அடிப் படையில்
Multi-reclosure equipment	—	பன்முறை மீள் இணைப்புக் கருவி
Multi-terminal line	—	பலமுனைப் பாதை
Mutual induction	—	பிறிதின் தூண்டல்

N

Negative	—	எதிர் நிலை
Negative torque area	—	எதிர்நிலைத் திருக்கப்பரப்பு
Negligible self-induction	—	புறக்கணிக்கக் கூடியதன் தூண்டல்
Net-work	—	பின்னல் சுற்றதர்
Neutral		நடுமுனை நடுநிலை
Neutral connection	—	நடுநிலை இணைப்பு
Non-conducting	—	கடத்தா நிலை, கடத்திலிலா
Non-tripping direction	—	திறப்பு நிகழாத்திசை
Normally closed	—	இயல்பாய்த் தொட்டு நிற்றல்
Normally open	—	இயல்பாய் விட்டு நிற்றல்
Normal direction	—	இயல்பான திசையில்
Numerical value	—	எண்ணியல்பு அளவு

O

Off-set from origin — மூலத்தினின்று இடம் பெயர்தல்
Open circuit — திறப்புச் சுற்றதர்
Open phase — தறுவாய்த் திறப்பு
Open position — பிரிந்த நிலை, திறந்த நிலை
Operating characteristic — செயற் பண்பு
Operating coil — இயக்கும் சுருள்
Operating current — இயக்கும் மின்னோட்டம், செயல் மின்னோட்டம்
Operating grid — இயக்கும் வலை
Operating principles — செயற் கோட்பாடுகள்
Operation indicators — இயக்கக் காட்டிகள்
Operator — இயக்குநர், இயக்கி
Opposed voltage scheme — எதிர்ப்பு மின்னழுத்த முறை
Optical — ஒளியியல்
Origin — மூலம்
Output — எடுப்பு
Over current — மிகை மின்னோட்டம்
Over current relay — மிகை மின்னோட்ட உணர்த்தி
Over-head lines — தலைமிசை மின்பாதை, வான் பாதை
Over heating — மிகை வெப்பமுறல்
Over lap — மேற் கவியும்போது
Over load — மிகுசுமை
Over protect — மிகு காப்பு
Over reach — மிகை எல்லை
Over speed — மிகு விரைவு, மிகு வேகம்
Over speed protection — மிகு விரைவுக் காப்பமைப்பு
Over travel — மிகைப் பயணம்
Over voltage protection — மிகை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு

P

Parallel — இணையாக
Parellel resonance — இணையலையொன்று
Paralleled transformer — இணைமின் மாற்றிகள்
Peak — பெருமம்
Percent differential — விழுக்காடு வேற்றுமை

Percent slope	—	விழுக்காட்டுச் சாய்வு
Permissible value	—	அறுதி அளவு
Phase	—	தறுவாய்
Phase angle	—	தறுவாய்க் கோணம்
Phase angle shift	—	தறுவாய்க் கோண நிலை பெயர்ப்பு
Phase camparison	—	தறுவாய் ஒப்புமை
Phase relation	—	தறுவாய்த் தொடர்பு
Phase sequence filters	—	தறுவாய் வரிசை வடிவிகள்
Phase to earth	—	தறுவாய் தரை
Phase to neutral	—	தறுவாய் நடுநிலை
Phase to phase	—	தறுவாய்-தறுவாய்
Pick up		தொடு
Pick up-current	—	தொடு மின்னோட்டம்
Pick up-value	—	தொடு அளவு
Pilot relaying	—	தகவல் செலுத்து உணர்த்தி யமைப்பு
Pilot signals	—	தகவல் செலுத்துச் சைகை
Pilot wires	—	நிலச்செலுத்துக் கம்பி
Positive torgue region	—	நேர்நிலைத் திருக்க வட்டாரம்
Plunger	—	மூழ்குத் தண்டு
Polarised	—	முனைமையுறு
Polarising quantity	—	முனைமையாக்கும் பொருள்
Polarity	—	முனைமை
Poly phase	—	பல்தறுவாய்
Position	—	இருக்கை, நிலை
Positive sequence drop	—	நேர்நிலை வரிசை வீழ்ச்சி
Potential difference	—	மின்னழுத்த வேறுபாடுகள்
Power arc	—	திறன் மின்வில்
Power flow	—	திறன் செலுத்தம்
Power frequency	—	திறன் அதிர்வெண்
Power relay	—	திறன் உணர்த்திகள்
Power swing	—	திறன் ஊசலாட்டம்
Power transformer	—	மின்திறன் மாற்றி
Pre fault voltage	—	பிழைக்குமுன் உள்ள மின்னழுத்தம்
Primary	—	முதன்மை
Primary pick up-current	—	முதன்மைத்தொடு மின்னோட்டம்
Primary side	—	முதன்மைப் பக்கம்

Proportional	—	வீத அளவு
Protected	—	காப்புப் பெற்ற
Protection against rotor over heating	—	சுழலியின் மிகை வெப்பக் காப்பமைப்பு
Protection of Motors		இயக்கிக் காப்பமைப்பு
Protective relays	—	காப்பமைப்பு உணர்த்திகள்

Q

Quick acting relay	—	விரைவுச் செயல் உணர்த்திகள்

R

Radial feeder	—	ஒரு முனையூட்டிப் பாதை
Radius vector	—	ஆர நெறியம்
Rated value		அறுதி அளவு
Rating	—	அறுதி அளவு
Ratio	—	விகிதம்
Reactance	—	எதிர் வினைப்பு
Reactance type	—	எதிர் வினைப்பு வகை
Relative directions	—	ஒப்புமை சார்ந்த திசைகள்
Reactive power	—	எதிர்வினை மின் திறன்
Reactor	—	எதிர் வினைப்பி
Receiver	—	வாங்கி
Rectified	—	திருத்தப் பெற்ற
Reference	—	அடிப்படைக் குறிப்பு
Relay	—	உணர்த்தி
Relay coil	—	உணர்த்திச் சுருள்
Kelay rotor	—	உணர்த்தியின் சுழலி
Relay winding	—	உணர்த்திச் சுருணை
Reliability	—	நம்பிக்கை
Remote tripping	—	தொலை திறப்பு
Reset	—	மீள் நிலைப்பு
Residual voltage	—	எஞ்சு மின்னழுத்தம்
Residually connected	—	எஞ்சுதலில் இணைக்கப்பட்ட
Resistive force		மின்தடை விசை
Resistance temperature detectors	—	மின்தடை வெப்ப அளவு ஒற்றிகள்
Resonance circuit	—	அலையொன்று சுற்றதர்

Restraing coil — தடைச் சுருள், தடைசெய் சுருள்
Response — மறுதலிப்பு
Restraining force — தடைவிசை, தடைசெய் விசை
Restraining grid — தடைசெய் வலை
Restricted — வரையறை
Reversal of polarity — நேர் மாறுன மாற்றம்
Reversed — எதிர்த்திசை
Resistance component — மின்தடைக் கூறு
Rotor — சுழலி
Rotor iron — சுழலி இருப்பு (சுழலி இரும்பு)
Rotor conductor — சுழலிக் கடத்திப் பகுதி
Rotor shaft — சுழலித் தண்டு
R. M. S. — வேர் திரல் குறிப்பு

S

Safe Margin — நம்பிக்கை ஓர வரம்பு
Saturation — நிறை நிலைத் தன்மை
Seal-in unit — உறுதிப் பிடிப் பகுதி
Secondary — துணைமை
Secondary neutral — துணைமை நடுநிலை
Sectionalising reactors — மின்வாய்க் கட்டையிணைப் பிரிக்கும் எதிர் வினைப்பி
Selective Time Interval — தெரிமை-இடைவெளி நேரம்
Selectivity — தெரிமை
Selectivity in tripping — பிரிப்பில் தெரிமை
Self-Inductance — தன் தூண்டல்
Sensing element — உணர்வுறுப்பு
Sensitivity adjustments — கூருணர்வுச் சரி செய்கை
Series — தொடர்
Set — அமைவு
Setting — வைப்பீடு
Set of contacts — தொகுதித் தொடு முனைகள்
Sequence — வரிசை
Sequence Impedance — வரிசை மறிப்புகள்
Shaded pole — மறை முனை
Shading coil — மறைச் சுருள்
Shading rings — மறை வளையங்கள்
Short circuit — குறுக்குச் சுற்றதர்
Shunt — கிளை

Shunt capacitance	—	கிளைக் கொண்மம்
Shunt relays	—	கிளை உணர்த்திகள்
Signals	—	சைகைகள்
Simple directional unit	—	எளிய வகைத் திசைப்பணிப் புணர்த்தி
Single current	—	ஒற்றை மின்னோட்டம்
Single coil	—	ஒற்றைச் சுருள்
Single line to ground fault	—	ஒற்றைக் கம்பிக்கும் தரைக்கும் ஏற்படும் பிழை
Single phase	—	ஒற்றைத் தறுவாய்
Single phase to earth faults	—	ஒற்றைத் தறுவாய்த் தரைப் பிழை
Single quantity	—	ஒற்றைப் பொருள்
Sliding contact	—	சறுக்குத் தொடு முனை
Slots	—	காடிகள்
Solenoid	—	மின்காந்த வரிச் சுருள்
Speed Governor	—	வேக ஆளுமை
Split phase	—	பிளவுத் தறுவாய்
Spring	—	சுருள் வில்
Starting period	—	தொடங்கு நேரம்
Starting Unit	—	தொடக்குப் பகுதி
Stability	—	நிலையுறுதல்
Stator-over heating protection	—	நிலையி மிகை வெப்பக் காப்பமைப்பு
Stepped	—	படிமுறை
Subtransient		துணைமாறுகாலத் தன்மை
Sub-transmission	—	துணைச் செலுத்தம்
Substitute	—	பகரமாக
Super imposed	—	மேற்பதிக்கப்பட்டு
Supplementary relay	—	குறை நிரப்புணர்த்தி
Supply	—	அளிப்பு
Surge	—	பேரலை
Switch	—	இணைப்பி
Switchgear	—	இணைப்பியமைப்பு
S ymmetrical	—	சமச்சீர்
Symmetrical components	—	சமச்சீர்க் கூறுகள்
Symmetrical structures	—	சமச்சீர் அமைப்புகள்
Sychronising	—	ஒத்தியங்கும்
Synchronising power surges	—	ஒத்தியங்கும் திறன் பேரலைகள்

Synchronous condensers — ஒத்தியங்கு கொண்மிகள்
Synchronous motors — ஒத்தியங்கு இயக்கிகள்
System — அமைப்பு
System frequency — மின்னமைப்பின் அதிர்வெண்கள்

T

Tapping — மடைகள்
Targets — காட்டிகள்
Terminals — முனைகள்
Thermal — வெப்ப
Thermal over load — வெப்ப மிகு சுமை
Thermo-couples — வெப்ப இணைகள்
Thevenin Equivalent — தெவினின் சம அளவு
Three phase — முத்தறுவாய்
Time characteristics — கால இயல்புகள்
Time delay — கால நீட்சி, நேர நீட்சி
Time dial — நேர அளவை முகப்பு
Time lag — காலப் பிந்து
Time setting — நேர வைப்பீடு
Time spread — நேரப் பரவல்
Time (vs) distance — நேர-தொலைவு ஒப்புமை
Timing unit — நேர உணர்த்திப் பகுதி
Torque — திருக்கம்
Transformer — மின் மாற்றி
Transformer banks — மின்மாற்றிக் கலங்கள்
Transformer feeder — மின் மாற்றி-மின் பாதை
Transformer protection — மின்மாற்றி காப்பமைப்பு
Transferred tripping — மாற்றப்பட்ட திறப்பு
Transient — மாறுகாலத் தன்மை
Transmitter — செலுத்தி
Trial & error — பிழைத்துத் திருத்து
Trip circuit — பிரிப்புச் சுற்றதர், திறப்புச் சுற்றதர்
Trip coil — திறப்புச் சுருள்
Tripping — திறப்பு, பிரிப்பு
Tripping fault detector — பிரிப்புப் பிழை ஒற்றி
Tubular type lightning arrester — குழல் வகை மின்னல் தாங்கி

Turbine — உருளி
Turns fault — சுற்றுப் பிழைக் காப்பு
Turn to turns — சுற்றிடை
Two-way — இரு வழி
Types of actuating structures — செயற்படு அமைப்பின் வகை

U

Unbalanced — சமனிலா
Under current — குறை மின்னோட்டம்
Under protect — குறை காப்பு
Under reach — குறை எல்லை
Under speed — குறை வேகம்
Under voltage protection — குறை மின்னழுத்தக் காப்பமைப்பு
Unit generator transformer — ஒற்றை மின்னாக்கியின் மின் மாற்றி
Unity power factor — ஒருமை திறன் கெழு
Unloaded-start — சுமையிலா-தொடங்கு
Unmatured — பருவமிலா
Unselective — தெரிமையின்மை
Unsymmetrical faults — சமச்சீரிலாப் பிழைகள்

V

Vacuum tube — வெற்றிடக் குழல்
Vector — நெறியம்
Vector difference — நெறிய வேறுபாடு
Voltage-blocking — மின் அழுத்தத் தடுப்பான்கள்
Voltage regulating equipment — மின் அழுத்தம் ஒழுங்குபடுத்து கருவி
Voltage relays — மின்னழுத்த உணர்த்திகள்

W

Watts — மின் திறன்
Watt-hour meter — ஆற்றல் அளவி
Wheat stone bridge circuit — வீட்ச்ஃஸ்டோன் சுற்றதர்ச் சமனி

Winding — சுருணை
Wire pilot — நிலச் செலுத்துக் கம்பி
Working gap — பணிவெளி

Y

Y-connection — சுவை முறை இணைப்பு

Z

Zero sequence — சுழி வரிசை
Zero phase sequence-(components) — சுழி தறுவாய் வரிசைக் கூறுகள்.